N° 22 30 NOVEMBRE 1933

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences mathématiques.

Une curiosité mathématique: l'inscription de l'ennéagone régulier dans le cercle.

1. — On sait qu'il n'est pas possible, par une construction *rigoureuse*, d'inscrire dans un cercle un polygone régulier ayant un nombre de côtés de la forme p^n, p étant un nombre premier au moins égal à 3 et n un nombre entier au moins égal à 2. Le plus simple de ces polygones est celui pour lequel $p = 3$ et $n = 2$, c'est-à-dire l'*ennéagone*.

Mais, à défaut d'une construction rigoureuse, on peut recourir à une construction suffisamment approchée pour que l'erreur qu'elle comporte soit, au point de vue de l'exécution du dessin, tenue pour absolument négligeable et, par conséquent, pour que cette construction soit regardée comme *pratiquement exacte*.

Une telle construction peut appartenir à l'un ou à l'autre des types que nous avons désignés précédemment par les termes de *normal* ou d'*anormal* [1].

Rappelons que la construction est normale si elle n'a recours, comme les constructions rigoureuses, qu'à des droites et des cercles rigoureusement déterminés, anormale s'il y intervient au moins une ligne — en fait, presque toujours une droite — dont la mise en place comporte un certain tâtonnement; le cas le plus fréquent est celui où la mise en place d'une droite issue d'un point donné résulte du fait que le segment de cette droite, compris entre deux lignes déjà tracées, ait une longueur donnée. En réalité, une telle mise en place, même sans intervention de courbe d'erreur, peut être effectuée par un dessinateur tant soit peu exercé avec autant d'exactitude qu'une mise en place rigoureuse.

Nous allons, dans ce qui suit, indiquer des constructions, l'une anormale, l'autre normale, pour l'inscription de l'ennéagone régulier dans un cercle.

2. — La construction anormale est celle qui consiste à trisecter l'angle de 60° par l'un des procédés connus.

Nous allons en indiquer un qui n'a peut-être pas encore été remarqué. Appliqué ici à l'angle AOB de 60°, il serait, bien entendu, valable, avec la démonstration qui va en être donnée, pour un angle quelconque.

Si AOM (fig. 1) est l'angle au centre de l'ennéagone régulier, égal à 40°, OM trisecte l'angle AOB. Cette droite OM coupant en K la perpendiculaire AH abaissée de A sur OB et en L le cercle de centre A et de rayon AO (qui, dans ce cas particulier, passe par B), on voit, en abaissant de L la perpendiculaire LP sur AH, que

$$\widehat{ALK} = \widehat{AOM} \quad \text{et} \quad \widehat{KLP} = \widehat{MOB}.$$

Il en résulte, puisque OM trisecte AOB, que

$$\widehat{ALK} = 2\,\widehat{KLP}.$$

La droite LP, hauteur du triangle AKL, en est donc, en même temps bissectrice; par suite, ce triangle est isocèle et KL = AL = AO. D'où la construction anormale : *mener par O la droite OM sur*

1. Dans *Quelques considérations sur les constructions géométriques.* (*Revue générale des Sciences*, t. XLIV, 15 janvier 1933, p. 7.)

laquelle la perpendiculaire abaissée de A sur OB et le cercle de centre A passant par O détachent un segment KL égal au rayon OA du cercle.

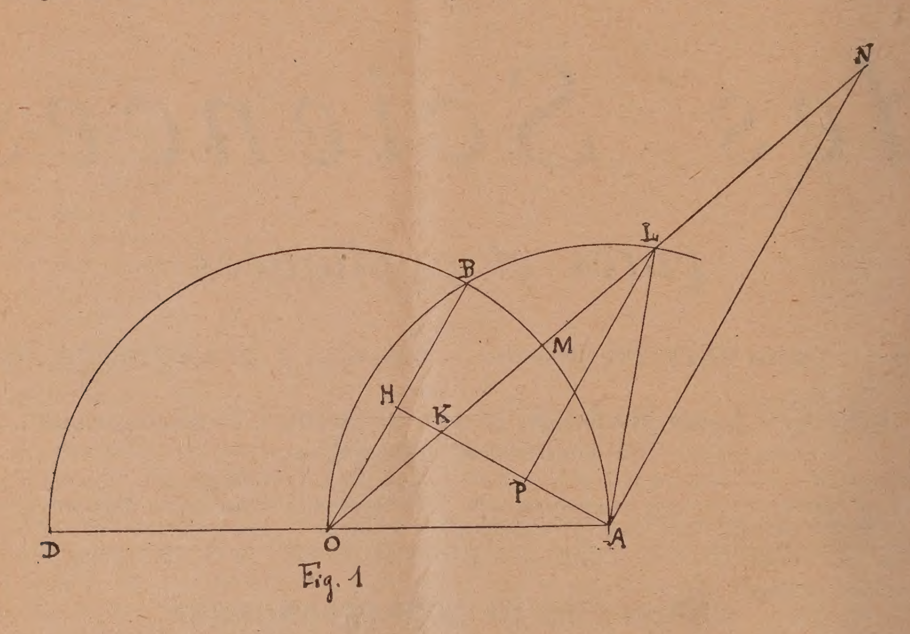


Fig. 1

Ici une remarque : le pied P de la hauteur du triangle isocèle AKL étant le milieu de AK, *si la perpendiculaire élevée en A à AK coupe OM en N, on a* $KN = 2KL = 2OA$.

On retombe ainsi sur une construction anormale de la trisectrice, déjà connue de Pappus (*Mathematicae Collectiones*, liv. IV, prop. 32, 33).

3. — Voici maintenant une construction normale d'une précision bien plus que suffisante, mais dont je ne saurais indiquer l'origine.

Un amateur de géométrie m'a communiqué, sans pouvoir m'en indiquer la source (tenant cette proposition d'un ami aujourd'hui décédé qui, lui-même, n'en devait pas être l'auteur), la proposition suivante, ici quelque peu modifiée dans sa forme :

Si ABCD est le demi-hexagone régulier inscrit dans le cercle de diamètre AD (fig. 2), si CE est l'arc sous-tendu par le côté du décagone régulier inscrit dans le même cercle[1], *enfin si ES et ET sont les distances du point E à la parallèle AS à BD et à la tangente au cercle en A, le triangle isocèle de base ET et de côté ES a son angle au sommet égal à 40°.*

Mon correspondant, croyant cette construction rigoureuse, m'en envoyait en même temps une démons-

1. La construction classique peut être mise sous la forme que voici : OF étant perpendiculaire à OC et égal à sa moitié, si le cercle de centre F et de rayon FO coupe CF en G, le cercle de centre C et de rayon CG passe par E.

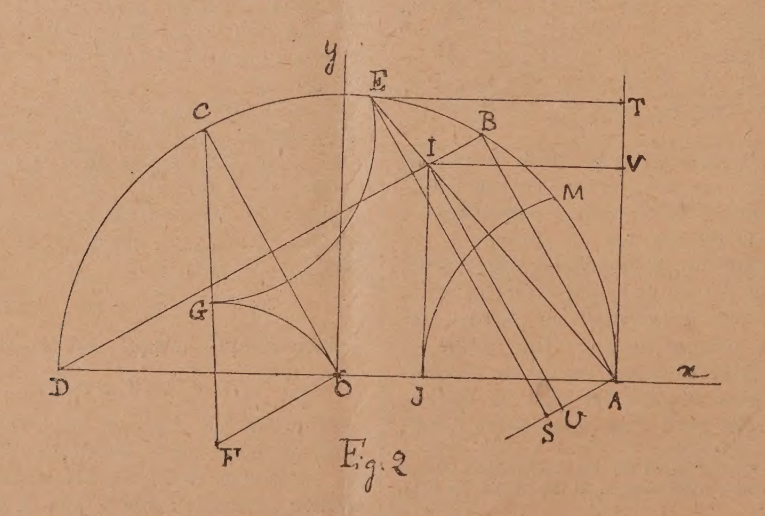


Fig. 2

tration qui, bien entendu, était fausse, l'angle de 40°, angle au centre de l'ennéagone régulier, ne pouvant être construit rigoureusement. Il me fut d'ailleurs facile de lui faire voir en quoi péchait sa démonstration reposant sur une manifeste pétition de principe.

Néanmoins, cette construction seulement approchée comporte une telle précision, comme on va le voir, qu'elle rentre dans la catégorie de celles qui peuvent être dites pratiquement exactes. Pour en déduire une construction de l'ennéagone régulier inscrit, je n'ai eu qu'à abaisser du point I, où se coupent les droites AE et DB, les perpendiculaires IU et IV sur AS et AT. On a, en effet,

$$\frac{IV}{IU} = \frac{ET}{ES},$$

et, comme IU = AB, rayon du cercle, IV ou, si on abaisse de I sur OA la perpendiculaire IJ, JA est le côté cherché.

De là, cette construction (normale celle-ci) :

Ayant inscrit dans le cercle de diamètre AD le demi-hexagone régulier ABCD et le côté CE du décagone régulier, on abaisse de I, point de rencontre des droites AE et DB, la perpendiculaire IJ sur OA; AJ est le côté de l'ennéagone régulier inscrit dans le cercle.

Et voici la vérification :

Par rapport aux axes Ox (confondu avec OA) et Oy perpendiculaire au premier, les droites AE et DB ont respectivement pour équations (si r est le rayon du cercle)

$$y = -(x - r)\ \text{tang}\ 48^\circ \qquad \text{et} \qquad y = (x + r)\ \text{tang}\ 30^\circ.$$

L'abscisse x ou OJ du point I est donc donnée par

$$\frac{r - x}{r + x} = \frac{\text{tang}\ 30^\circ}{\text{tang}\ 48^\circ}.$$

D'où

$$r - x = \frac{2r\ \text{tang}\ 30^\circ}{\text{tang}\ 30^\circ + \text{tang}\ 48^\circ} = \frac{r \cos 48^\circ}{\sin 78^\circ}$$

Mais, r-x, c'est JA; donc

$$JA = r\frac{\cos 48^\circ}{\sin 78^\circ} = 0{,}684079\, r.$$

Or, le côté de l'ennéagone régulier est donné par

$$2r \sin 30^\circ = 0{,}684040\, r.$$

L'écart entre JA et ce côté n'est donc que de 0,000039 r, quantité pratiquement négligeable.

Mais ce n'est là qu'une simple vérification *a posteriori*. Il serait intéressant de savoir comment l'auteur (qui m'est inconnu) de la proposition d'où dérive cette construction a pu y être conduit.

Maurice d'OCAGNE,
de l'Académie des Sciences.

§ 2. — Sciences naturelles.

Le système pneumatique des arbres.

On trouve des gaz dans les espaces intercellulaires des tissus vivants comme dans les cavités d'un grand nombre d'éléments non vivants du bois. MM. D. T. Mac Dougal et E. B. Working ont cherché à déterminer la composition de ces gaz et d'une façon générale les caractéristiques de ce qu'on peut appeler le système pneumatique des plantes, en particulier des arbres [1].

Les cellules ligneuses des troncs d'arbres non remplies de sève sont occupées par des gaz atmosphériques. Les éléments remplis de gaz constituent un réseau où des variations de pression se communiquent très rapidement vers le haut ou le bas de l'arbre.

Les auteurs ont constaté que la pression dans le système pneumatique d'un grand nombre d'arbres ne dépasse pas une hauteur de 10 à 20 mm. de mercure au-dessus ou au-dessous de la pression barométrique. Quand les différences de pression dépassent cette limite, il se produit un mouvement des gaz hors du tronc ou vers l'intérieur de celui-ci. Il est remarquable de constater que, malgré des communications si faciles, les gaz retirés des troncs d'arbres se trouvent dans des proportions très différentes de la composition normale de l'air.

L'analyse de plusieurs centaines d'échantillons de gaz extraits des genres *Pinus*, *Salix*, *Quercus*, *Juglans*, *Sequoia*, *Parkinsonia*, *Populus* et *Carnegiea* dans une période de 7 années montre, par exemple, que l'anhydride carbonique, qui existe dans l'air au taux de 0,3 à 0,4 millième, constiue les 10 à 260 millièmes des gaz des troncs. Il se peut que l'anhydride carbonique accumulé dans le réseau gazeux des arbres se dissolve dans la sève et soit transporté par celle-ci dans les feuilles, pour y prendre part aux processus photosynthétiques.

L'oxygène, qui forme environ les 206 millièmes de l'air libre, ne constitue que les 10 à 200 millièmes des gaz des arbres. On a même extrait quelques échantillons de gaz sans oxygène. Dans quelques cas (cactus arborescent et un peuplier de l'Arizona), la proportion d'oxygène s'est élevée exceptionnellement à 300 millièmes.

L'azote, qui constitue environ les 780 millièmes de l'air, forme les 700 à 900 millièmes des gaz des arbres.

Parmi les substances volatiles en suspension dans les gaz accumulés, les auteurs ont identifié des terpènes. Par contre, ils n'ont jamais trouvé l'oxyde de carbone signalé par Langdon et Gailey comme normalement présent dans les vésicules de l'algue *Nereocystis*. Ils n'ont pas non plus décelé de gaz des marais ou d'autre gaz inflammable dans les arbres normaux, bien qu'on ait indiqué des substances de ce genre dans des conduits internes en décomposition.

On sait que les gaz des espaces intercellulaires du cortex d'une tige communiquent librement avec l'air par les lenticelles et les stomates. M. Mac Dougal n'a pu découvrir au microscope des passages

1. *Carnegie Institution of Washington*, publication n° 441, juin 1923.

analogues dans le cambium, bien que la presque égalité de la pression des gaz dans le cylindre ligneux avec la pression atmosphérique laisse supposer l'existence de tels passages. Celle-ci peut être mise en évidence de la façon suivante :

Plusieurs douzaines de trous pratiqués dans le tronc d'un chêne (*Quercus agrifolia*) sont scellées sur des morceaux de tubes de verre remplis de mercure. En pratiquant les raccords, on détache tous les tissus extérieurs de l'écorce, de sorte que le poids de la colonne de mercure exerce une succion sur le bois à travers le cambium seulement. Des préparations de cette sorte ont été soumises aux effets de succion de colonnes de mercure allant de 7 à 100 mm., et cela pendant plusieurs jours jusqu'à obtention d'une quantité totale de gaz allant de 10 à 50 fois la quantité originale.

Les essais faits sur un trou, où la succion variait de 80 à 100 mm. de mercure entre 12° et 24° C., ont produit pendant les premiers jours un écoulement de l'air à la vitesse de 0,008 cm^3 par cm^2 de surface et par heure. Deux semaines après, l'écoulement n'était plus que de 0,005 à 0,007 cm^3. En réduisant la succion à 35-50 mm. de mercure, l'infiltration tombait à 0,003-0,004 cm^3 par heure. Les troncs de ce chêne sont rarement soumis à des différences de pression atmosphérique de cet ordre, et l'on peut conclure que la vitesse usuelle d'écoulement de l'air est voisine de 0,001 cm^3 par cm^2 et par heure.

Des trous pratiqués dans le tronc du même chêne ont fait équilibre pendant un mois à une colonne de mercure de 8 à 11 mm. de hauteur. On peut donc considérer cette dernière comme inférieure à la pression nécessaire pour produire un écoulement d'air à travers les passages de la couche de cambium. L'air renfermé à l'intérieur de l'arbre semble donc enclos dans un cylindre de cellules vivantes, le cambium, qui ne présente pas de pertes sous cette pression minimum, mais qui cède à des pressions supérieures.

L. Br.

§ 3. — Sciences médicales.

La lutte contre la douleur.

Peu d'hommes sont susceptibles de dire, avec les stoïciens antiques, que la douleur n'est qu'un mot; aussi rares sont ceux qui proclament les vertus de la bonne souffrance. Nous craignons la douleur, nous la subissons, nous ne l'acceptons que faute de pouvoir faire autrement. Et quand elle nous tenaille, nous nous tournons vers le médecin et nous attendons de lui la fin de l'horrible sensation, une paix qui, lorsqu'elle vient, nous paraît miraculeuse.

De tout temps, il en a été ainsi. A toute époque la médecine, toujours impuissante quelque jour contre la mort, a fait tous ses efforts pour apaiser la douleur, et y réussir passait, aux yeux d'Hippocrate, pour une œuvre divine. Toutefois, jamais sans doute elle ne s'y est appliquée autant que de nos jours. J'entends bien que jamais non plus ses armes n'ont été aussi nombreuses ni aussi puissantes, la science, en progressant, assurant leur variété et leur efficacité. Mais il y a aussi, à l'heure actuelle, un désir plus aigu d'épargner la souffrance à des systèmes nerveux qui ne sauraient peut-être pas la supporter comme on le faisait autrefois. Il y a des souffrances qui semblaient jadis presque normales et que nous ne tolérons plus. N'est-ce pas hier que l'on a tenté d'effacer la phrase de la Genèse : « Tu enfanteras dans la douleur? »

Toutes les ressources du génie humain, a dit Bersot, se déploient dans le duel contre la douleur. La médecine met toutes les siennes au service de cette cause et elle a, depuis quelque temps, diversifié et multiplié ses moyens d'action d'une extraordinaire façon. C'est tout un arsenal qu'elle possède, pour la création duquel ont été utilisées nos connaissances physiques et chimiques, et qui est d'une richesse rare. Il est caractéristique à cet égard qu'une équipe de médecins, relevant des disciplines les plus diverses, ait publié un véritable traité des méthodes et des remèdes mis à la disposition de l'humanité souffrante[1]. L'œuvre, évidemment, n'est pas achevée. Il est encore des cas où nous ne pouvons pas grand'chose, mais de plus en plus le champ de notre impuissance se rétrécit et celui des succès s'accroît. Il est intéressant, croyons-nous, de voir où nous en sommes en ce chapitre.

Avant de pénétrer dans ce vaste domaine, rappelons-nous que la douleur suit, pour s'imposer à notre conscience, sans laquelle elle serait inexistante, des voies bien repérées. Partie, dans la très grande majorité des cas, des terminaisons nerveuses cutanées, elle gagne, par les filets, puis les troncs nerveux (dont la moelle n'est que le plus gros) les centres cérébraux et ce sont ceux-ci qui la localisent au point d'où elle est partie. En dehors de cette douleur, dite superficielle de par son origine, il en existe une profonde, dite viscérale, qui suit les filets du système sympathique et atteint les mêmes centres qui, de même, la localisent; mais, en vertu d'un phénomène qui a reçu le nom de réflexe viscéro-sensitif, effectuent cette localisation dans la peau, c'est-à-dire à la superficie du segment du corps intéressé. Restons-en là de cet aperçu physiologique qui demande encore des recherches, ne serait-ce que pour résoudre le problème de l'essence même de la douleur, autrement dit pour savoir si elle est une sensation tout à fait spéciale ou n'est que l'exagération des sensations banales de contact, de chaleur, etc. Ce que nous venons de dire suffit pour nous faire comprendre que, pour supprimer la souffrance, nous pouvons agir soit sur l'un de ses conducteurs, soit sur les centres cérébraux eux-mêmes.

C'est ce que nous montrent déjà les corps chimi-

1. *Les Traitements de la douleur*, par MM. Loeper, Busquet, Haguenau, Paraf, Lemaire, J. Forestier, Forgue, Danielopolu, H. Dausset, Piatot, Wetterwald, E. et H. Biancani, Braco-Gillot, Cauvy, Joly, L. Bory, Pierra, Frigaux, de Parrel, E. Hollande.

ques que nous mettons en œuvre en pareil cas. On peut, en effet, les diviser en deux grandes classes : modificateurs centraux, modificateurs périphériques. Les premiers sont les anesthésiques généraux, ceux qui suppriment la douleur en faisant disparaître la conscience. Chacun connaît les principaux d'entre eux : chloroforme, éther, chlorure d'éthyle, protoxyde d'azote. Je n'insiste pas : il y a, de nos jours, assez de nouveautés en ce chapitre pour mériter une étude particulière.

Les modificateurs chimiques périphériques constituent actuellement une troupe imposante, qu'accroît à chaque instant cette science en perpétuel développement qu'est la chimiothérapie. Celle-ci, ayant scruté le mode d'action et la constitution des calmants de la douleur, a arraché à la seconde le secret de leur efficacité et, par voie de synthèse, crée elle-même des corps nouveaux doués de propriétés analogues. Ceux-ci viennent se joindre aux remèdes d'ancienne renommée, empruntés à la nature elle-même, et dont les dérivés de l'opium d'une part, la cocaïne, la quinine, l'aconitine de l'autre représentent les principaux. Mais que de rivaux l'industrie bienfaisante ne leur a-t-elle pas suscités! A la cocaïne, par exemple, elle a ajouté ses succédanés créés de toutes pièces, stovaïne, novocaïne, allocaïne, etc... Elle a ensuite inventé ces amis de tous les jours, ces vainqueurs de nos souffrances banales qui s'appellent antipyrine, pyramidon, cryogénine, aspirine, etc., vaste réserve d'analgésiques où l'homme ne se fait pas faute de puiser et dont l'art des pharmaciens tire des combinaisons parfois plus actives encore. Des corps de la série cocaïnique, on peut rappeler qu'avec eux on peut couper la voie douloureuse en divers points, soit qu'on les fasse agir sur les terminaisons nerveuses elles-mêmes, soit qu'on les injecte au contact des nerfs conducteurs de la sensation et notamment de la moelle, ou encore au niveau de la région cutanée où le réflexe viscéro-sensitif a localisé la souffrance. C'est ainsi qu'une injection superficielle de cocaïne peut calmer une douleur profonde.

Au niveau des nerfs encore nous obtenons le silence sensitif par l'injection d'alcool suivant la méthode inventée par Sicard, effet que d'autres ont obtenu dans les arthrites douloureuses par l'injection d'huile iodée. C'est encore un chapitre qui mériterait des développements si ce qui nous reste à dire ne nous obligeait pas à la brièveté.

***

Vient ensuite, en effet, l'œuvre maîtresse de la physiothérapie, qui utilise des forces empruntées au milieu où vit l'homme et qui n'en est peut-être qu'à ses premiers balbutiements. Ici, c'est une moisson particulièrement riche qu'a engrangée la médecine contemporaine, et dont les éléments sont d'une étonnante variété.

Quelques-uns ont, au demeurant, des quartiers de noblesse qui les font remonter très haut dans l'histoire de l'art de guérir, ne serait-ce que le froid et le chaud, mis à profit de tout temps pour le soulagement de nos maux. La sidération de la conductibilité nerveuse par le froid est réalisable par des moyens purement physiques, comme les applications de glace, ou par des procédés chimiques, comme les pulvérisations d'éther ou de chlorure d'éthyle. La chaleur, qui agit par l'alternance de la dilatation et de la contraction des vaisseaux superficiels (balancement circulatoire), connaît également des procédés d'application extrêmement divers, dont les uns sont on ne peut plus anciens, comme l'eau chaude, l'air chaud, le cataplasme avec ses variétés modernes; les autres récents, comme la diathermie, fille de d'Arsonval, et l'emploi des ondes courtes. Il nous serait d'ailleurs difficile d'énumérer de façon complète les méthodes grâce auxquelles nous pouvons élever la température d'un segment du corps, sinon du corps entier. Ainsi agissent en grande partie les radiations dont nous parlerons plus loin. Elles donnent également à qui sait les manier des effets de révulsion que l'on demande encore à des agents chimiques très connus.

Que dire du massage que chacun ne sache déjà? Ne le voyons-nous pas, sous forme d'effleurage, calmer les souffrances musculaires; sous forme de vibration manuelle, s'en prendre victorieusement à la sensibilité de la peau et du tissu cellulaire; sous forme de frictions, calmer les douleurs de l'entorse; dans d'autres circonstances, venir à bout de migraines tenaces? Encore une arme qui demande à n'être maniée que par des mains expérimentées, sous risque d'obtenir des résultats tout autres que ceux que l'on recherche.

La fée électricité entre en scène maintenant, soit qu'elle agisse seule sous ses noms de galvanisation ou de faradisation, soit qu'on lui demande de faire, par l'ionisation, pénétrer dans nos tissus des médicaments analgésiants, les apportant ainsi sous une forme bien spéciale et particulièrement efficace.

Si maintenant on consulte l'échelle de radiations connues et mesurées, allant des ondes hertziennes les plus courtes aux rayons cosmiques, on constate que celles qui sont utilisées par la médecine occupent le bas de l'échelle. Elles commencent à peu près à la longueur d'onde d'un millimètre pour se terminer à celles qui mesurent la leur par neuf zéros. Au début ce sont les rayons infra-rouges, à la fin les rayons gamma du radium et les rayons X. Il est à remarquer que, de cette série de radiations, une toute petite partie est accessible à nos sens. La peau éprouve une sensation de chaleur quand elle est atteinte par les plus courts des infra-rouges, puis notre vue nous permet d'apprécier la partie lumineuse, si courte, du spectre solaire; enfin, il paraît que des vues très jeunes, particulièrement sensibles, aperçoivent quelques radiations dans le domaine de l'ultra-violet; c'est tout.

Parlons d'abord des rayons X, qui occupent la base de cette gamme de radiations (c'est si bien une gamme qu'on l'a divisée en octaves). Ce sont surtout, on le sait, — et les rayons γ du radium

sont dans le même cas, — des destructeurs qui s'en prennent de préférence aux tissus jeunes. Aussi comprend-on qu'ils soient capables de détruire des tissus pathologiques qui enserrent un nerf et de le libérer en calmant la douleur due à la compression. Pour le reste, nous ne comprenons pas encore très bien comment des sciatiques, des névralgies du bras et du cou, ou encore les souffrances du zona peuvent disparaître sous l'influence des rayons X. Appliqués aux carrefours nerveux et vasculaires, ces mêmes rayons apaisent parfois les souffrances atroces des gangrènes. Le radium et ses succédanés (dont le thorium) agissent dans les mêmes conditions, et le mécanisme de leur efficacité nous demeure quelque peu mystérieux.

Après les rayons X, l'ultra-violet, qui n'est analgésiant que par la révulsion qu'il détermine, puis la lumière blanche ou bleue dont la vertu sédative dispensée sous forme de bains a fait ses preuves dans les névralgies de date récente, les cellulites, les douleurs liées à des déficiences de circulation dans les extrémités de membres. La lumière agit probablement en grande partie par ses propriétés calorifiques. Les infra-rouges, qui la prolongent, ont une action apaisante immédiate sur les lésions inflammatoires et provoquent une dilatation vasculaire intense. Leur influence a cette particularité de n'être pas seulement superficielle; aussi les a-t-on employés avec succès pour combattre des souffrances dérivées de lésions profondes. Leur action résolutive sur les douleurs des salpingites, des névrites intestinales, des inflammations des voies biliaires, est nette, à la condition qu'on apporte à la solliciter quelque constance. Ce n'est qu'après plusieurs séances que le résultat est acquis.

Pour clore ce chapitre, mentionnons une fois de plus les ondes courtes, mises à contribution depuis peu de temps et qui donnent, dans les arthrites, des succès nombreux, qu'il ne convient peut-être pas d'attribuer exclusivement à leurs effets calorifiques. Sans doute obtiendra-t-on d'elles plus encore quand on les aura mieux étudiées.

Avouons d'ailleurs que, de l'avis même de ceux qui utilisent avec le plus de compétence les radiations, il y a dans leur emploi une part d'empirisme, bienfaisant à la vérité. Aussi est-il permis de penser que, leur activité étant mieux comprise, nous tirerons de cette série de rayons des effets plus variés et plus intenses. L'œuvre de demain sera plus belle encore.

Reste la chirurgie. C'est elle qui la première a engagé le grand duel contre la douleur, puisque pendant des siècles elle a tenté de la supprimer au cours des opérations. Un jour, une voix autorisée déclara que c'était là une chimère à laquelle il fallait définitivement renoncer. Trois ans plus tard, Horace Wells découvrait l'anesthésie générale par le protoxyde d'azote. On sait le bond en avant que cette invention permit à la chirurgie. Mais passons sur ce chapitre, dont nous avons déjà parlé.

S'il est une occasion où l'expression « couper » la voie conductrice de la douleur est légitime, c'est bien quand il s'agit d'opération chirurgicale. Celle-ci, indirectement, supprime la souffrance quand elle en élimine la cause, et c'est un de ses titres à notre reconnaissance. Mais parfois elle y parvient en tranchant délibérément les filets nerveux qui transmettent la sensation douloureuse. Acquisition bien moderne que celle-là, et qui n'a pas dit son dernier mot. Qu'il s'agisse de supprimer l'atroce névralgie faciale, d'interrompre le trajet réflexe qui cause l'angine de poitrine, ou encore d'annihiler la souffrance des viscères profonds en agissant sur le sympathique, c'est toujours une section de conducteurs nerveux qui réalise l'effet cherché. C'est vraiment une *ultima ratio*, il faut le reconnaître : d'abord, parce que cette chirurgie est délicate, difficile, commandée par des notions physiologiques complexes; en second lieu, parce qu'elle conduit obligatoirement à un acte sans rémission. « Le médecin, a dit le professeur Forgue, a la possibilité, sans dommage, de varier sa prescription entre les divers médicaments qui apaisent la douleur; leur action est temporaire et dosable. Au contraire, quand le chirurgien pratique une section nerveuse pour une indication antalgique, c'est une lésion, parfois une mutilation définitive. » Chapitre tout nouveau dont quelques lignes seulement sont sans doute écrites. Nous savons le bien qui en est déjà issu; nous ne savons pas celui qu'il nous réserve.

Ainsi, au cours des siècles, l'homme est-il parvenu à lutter avec un bonheur croissant contre son éternel ennnemi. Il n'en est plus à l' « amoindrir par patience », suivant le conseil de Montaigne, et il juge qu'il vaut mieux le supprimer que de le voir se rendre « à meilleure composition à qui lui fera tête ». C'est un des plus beaux usages que nous puissions faire des enseignements d'une science progressivement acquise que de la plier à supprimer la souffrance. Plût au ciel qu'on ne la fît servir qu'à des besognes de cette nature!

Docteur Henri Bouquet.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

Les combustibles solides.

Aujourd'hui la gamme des combustibles utilisés dans l'industrie est fort étendue. Elle ne cesse de s'accroître du fait que les progrès de la technique permettent de valoriser les combustibles de qualité inférieure. Les ordures ménagères elles-mêmes dont l'incinération dans des fours spéciaux permet la production d'une quantité appréciable de force motrice, peuvent être considérées comme un combustible industriel.

Les combustibles industriels peuvent se classer de différentes manières, suivant que l'on prend pour base leur état physique, leur origine, leur préparation, etc.

La classification la plus courante est celle qui con-

siste à les grouper d'après leur état physique, ce qui conduit à distinguer les combustibles solides, les combustibles liquides et les combustibles gazeux.

Le combustible solide industriel, par excellence, est le charbon naturel dont il existe d'ailleurs un assez grand nombre de variétés : houille, anthracite, lignite, tourbe, etc., auxquels il faut ajouter le coke.

Bien que connu depuis fort longtemps l'emploi de la houille comme combustible n'a pris d'extension que depuis une centaine d'années. En 1815 la consommation française de houille n'atteignait qu'un million de tonnes, et elle n'était encore que de huit millions en 1860. Alors que de nos jours elle est de l'ordre de 75 millions de tonnes.

Les diverses variétés sont, en général, classées d'après leur teneur en matières volatiles; ce qui conduit à distinguer : *les houilles* sèches à longue flamme (40 à 45 % de matières volatiles) dont le pouvoir calorifique varie de 8.000 à 8.500 calories qui brûle sans former de mâchefer et qui fournissent un coke léger pulvérulent.

Les houilles grasses à longues flammes (32 à à 42 % de matières volatiles) dont le pouvoir calorifique varie de 8.500 à 9.000 calories et qui constitue par excellence le charbon à gaz.

Ces houilles sont utilisées non seulement dans l'industrie gazière, mais aussi en métallurgie (fours de puddlage) et dans les industries verrières et céramiques.

Les houilles grasses ordinaires; ou houilles maréchales (26 à 32 % de matières volatiles) dont le pouvoir calorifique est de 8.500 à 9.300 calories, elles trouvent de multiples emplois dans les forges, les chaufferies, les diverses industries chimiques.

Les houilles grasses à courtes flammes (18 à 26 % de matières volatiles) dont le pouvoir calorifique est de 9.300 à 9.600 calories, et qui fournissent un excellent coke métallurgique.

Les houilles maigres à courtes flammes, ou charbons annthraciteux (10 à 18 % de matières volatiles) dont le pouvoir calorifique est de 9.200 à 9.500 calories.

Ces houilles qui donnent un coke sans cohésion s'enflamment difficilement, et brûlent avec peu de fumée. Elles sont très utilisées pour la chauffe dans les industries les plus diverses.

La provenance ne suffit pas à caractériser une houille et il est en général nécessaire pour apprécier la valeur d'un charbon, de connaître ses propriétés essentielles : teneur en matières volatiles, pouvoir calorifique, pourcentage d'humidité, friabilité, teneur en cendres, et s'il y a lieu, en soufre, en phosphore, etc.

L'anthracite est de tous les charbons, le plus riche en carbone, 93 à 96 %, mais c'est par suite le plus pauvre en matière volatile (4 à 7 %) son pouvoir calorique est de l'ordre de 8.300 calories.

Il résulte de sa composition que l'anthracite s'enflamme difficilement; par contre il brûle sans odeur, ni fumée en donnant une flamme courte et bleue, et possède une grande résistance.

En raison de son prix élevé l'anthracite est peu employé industriellement. Il a par contre, de nombreux débouchés dans le domaine du chauffage central, etc.).

La *France* est pauvre en anthracite et doit faire largement appel pour son combustible à l'*Angleterre* et la *Belgique*.

Le lignite est un combustible inférieur, formant transition entre la houille et la tourbe; il est d'ailleurs d'une qualité très variable suivant les gisements; il est surtout caractérisé par un faible pouvoir calorifique et une teneur élevée en eau et en cendre. Il ne peut guère être utilisé que dans des foyers spéciaux ou sous forme de briquettes spécialement préparées. D'autre part, on tend à développer, surtout en Allemagne la carbonisation des lignites à basse température, ce qui permet d'en tirer en même temps qu'un semi-coke utilisable pour le chauffage, des carburants et des huiles combustibles.

Enfin la tourbe, qui occupe le dernier rang des combustibles solides naturels, et qui résulte d'une décomposition souvent immédiate de matières végétales, ne peut être utilisée qu'après dessiccation. On ne l'emploie guère que sous forme de briquettes ou d'agglomérés; on est également parvenu à la pulvériser, ce qui rend possible son emploi dans les centrales thermiques.

D'autre part, certaines qualités de la tourbe la font rechercher pour le chauffage de fours de verreries, et de cristalleries.

La carbonisation de la tourbe permet d'en extraire, en même temps que diverses substances chimiques — dont le sulfate d'ammoniaque — des combustibles liquides et gazeux, susceptibles d'emplois industriels intéressants?

Le charbon pulvérisé préparé surtout à partir des houilles maigres, constitue toutes les fois qu'il s'agit de porter très rapidement à haute température une atmosphère de four, un combustible idéal. En effet, la flamme du charbon pulvérisé est celle qui contient le plus de chaleur latente, et des essais très précis ont donné pour un mètre cube de mélange à zéro degré et sous la pression de sept cent soixante millimètres de mercure, les caractéristiques suivantes :

Poussier de charbon............	850 à 950 calories
Huile lourde....................	720 —
Gaz d'éclairage.................	740 —
Gaz à l'eau......................	730 —
Gaz de générateur	550 —
Gaz de hauts-fourneaux..........	500 —

Le mélange poussier-air possède par conséquent le pouvoir calorifique d'un mélange gazeux de toute première qualité.

Il en résulte très facilement l'obtention d'un potentiel thermique très élevé qui, avec l'air chaud, donne des atmosphères nécessitées par les fours de fusion d'acier, les fours à ciment et éventuellement les fours rotatifs de traitement direct des minerais.

Cette flamme d'autre part, très homogène, donne la

possibilité des atmosphères à volontés neutres, réductrices, oxydantes, très importantes dans l'élaboration des aciers et des fontes de qualité.

La bonne marche de l'installation est soumise à la constance des facteurs suivants pour un même combustible : siccité, finesse régulière, dosage parfait du mélange au brûleur.

Quant on chauffe du charbon gras dans un creuset ou dans une cornue, il se dégage sitôt atteinte une température de l'ordre de 500° une épaisse fumée. Cette fumée constitue la matière volatile du charbon. Ces matières volatiles sont composées de différents gaz qui, après refroidissement et condensation, forment le goudron de houille. Mais la plus grosse partie du charbon ne s'en va pas en fumée, on la retrouve à l'état solide à la fin de l'opération.

Elle se présente alors, sous la forme de morceaux gris noirâtres, très consistants, quoique légers et poreux comme de la pierre ponce : c'est le coke.

Les différents charbons, selon leur nature, dégagent plus ou moins de matières volatiles. Ceux qui en contiennent le plus ont évidemment un meilleur rendement en gaz et à cause de cela ils sont distillés de préférence par les usines à gaz. Le coke auquel il donne naissance, est appelé pour cela coke de gaz.

Dans les cokeries, au contraire, où le produit principal est le coke, on recherche surtout le rendement en coke : aussi distille-t-on des charbons qui dégagent moins de matières volatiles. Le coke est destiné à l'usage de la métallurgie (hauts-fourneaux, cubillots, etc...) s'appelle pour cela coke métallurgique. Il est plus compact et plus dense que le coke de gaz; aussi il s'allume moins facilement et exige un bon tirage.

Un mètre cube de coke pèse en moyenne 500 kg. tandis qu'un mètre cube de charbon pèse de 800 à 850 kg. cependant il faut environ 1.150 kg. de coke pour remplacer 1.000 kg. d'anthracite anglais qui est un charbon extrêmement pur.

Il résulte de l'expérience courante et aussi de mesures très précises que le coke de gaz incandescent possède un pouvoir rayonnant dépassant celui de tous les autres combustibles. La composition du coke de gaz est très constante.

Dans le commerce on trouve le coke n° 2 composé de morceaux de la grosseur du poing; le coke n° 1 de la grosseur d'un œuf; le coke n° 0 de la grosseur d'une noix, le grésillon de la grosseur d'une noisette; le poussier. Le poids d'un hectolitre de coke est très variable; en moyenne il se tient entre 40 et 50 kg.

Dans l'industrie, les cokes de gaz n°s 2 et 1 et 0 remplacent le charbon dans les foters des chaudières à vapeur, des fours, des étuves, des séchoirs, etc.

Les cokes n° 0 et grésillon trouvent leur emploi dans les gazogènes, les foyers à grille mécanique. Le poussier s'emploie exclusivement dans des foyers soufflés, c'est-à-dire munis de ventilateurs et sur les grilles mécaniques.

Le bois est devenu un combustible de luxe qui n'est plus guère employé industriellement, sauf lorsqu'il s'agit d'utiliser des déchets de fabrication, tels que sciures de bois, copeaux, écorces dont on a extrait les substances tannantes.

Quant au charbon de bois il n'est plus guère utilisé tel quel ou sous forme de comprimé, que comme carburant dans des gazogènes, surtout de camions et tracteurs. Toutefois, s'il a à peu près disparu de la grande métallurgie, il a encore d'intéressantes applications pour quelques fabrications spéciales; cémentation, puddlage, plomberie, réduction d'oxydes métalliques, etc...

Les combustibles menus et principalement les fines de houille pressés mécaniquement, puis agglomérés avec une matière agglutinante, dont la plus employée est le brai, fournissent les boulets et les briquettes; ces dernières sont le plus souvent préparées avec des houilles demi-grasses, qui n'exigent pas trop de brai. Le lignite peut même servir à la fabrication de briquettes sans l'adjonction d'aucun agglomérant, fabrication qui a pris en Allemagne, un développement considérable.

F. M.

QUELQUES REMARQUES SUR LES ÉQUILIBRES DE MEMBRANE

Deux théories principales ont été développées sur la constitution des solutions colloïdales : la théorie moléculaire et la théorie micellaire, ces deux théories n'étant d'ailleurs pas contradictoires et, comme l'a longuement développé M. Auguste Lumière, devant s'appliquer à des solutions ayant des propriétés physicochimiques très différentes, ce qui conduit à envisager séparément l'existence de colloïdes micellaires et de colloïdes moléculaires.

Dans la théorie micellaire, on considère les particules colloïdales ou micelles comme constituées par un système complexe comprenant un gros ion ou granule dont la charge positive ou négative définit ce qu'on appelle le signe du colloïde, entouré d'ions simples de signes contraires en nombre suffisant pour neutraliser la charge du granule.

Dans la théorie moléculaire, la particule colloïdale est assimilée à une véritable molécule ayant les propriétés d'un électrolyte amphotère et fournissant dans la solution un gros ion qui se comporte, suivant l'acidité du milieu, comme un cation ou comme un anion. Effectivement, par un grand nombre de leurs propriétés, les solutions colloïdales peuvent être rapprochées des solutions électrolytiques, comme l'a très brillamment établi M. Jacques Duclaux. Dans cet article, je désirerais présenter quelques remarques sur l'un des aspects les plus curieux de cette théorie, relatif à l'équilibre qui s'établit entre une solution colloïdale et le liquide utilisé comme solvant à travers une membrane imperméable aux granules colloïdaux.

Equilibre de membrane.

Considérons un sac de collodion contenant une solution aqueuse d'une substance susceptible de s'ioniser, comme on admet que le font les colloïdes, en donnant naissance à un gros ion et à des ions simples ordinaires dont la charge totale est équivalente à celle du gros ion, le sac de collodion étant mis en contact avec de l'eau pure. Pour préciser les idées, supposons qu'il renferme une solution de rouge Congo, sel de sodium d'un acide RH de formule complexe, en sorte que la solution de rouge Congo contient des ions R^- et des ions Na^+. La membrane de collodion est imperméable à l'ion R^- qui est un gros ion (granule) et perméable aux ions Na^+. Cependant les ions Na^+ étant retenus par l'attraction électrostatique des ions R^-, aucune diffusion ne se produit à travers la membrane.

Supposons qu'on ajoute à la solution de rouge Congo un sel cristalloïde de sodium, par exemple du chlorure de sodium, donnant par dissociation un ion de même nature que l'ion libre de la micelle de rouge Congo, et qu'on ajoute également du chlorure de sodium dans l'eau extrérieure au sac de manière à réaliser initialement la même concentration de ce sel dans la solution de rouge Congo et dans l'eau extérieure. *A priori*, il semblerait que l'introduction de chlorure de sodium, sous des concentrations équivalentes à l'intérieur et à l'extérieur du sac, ne dût produire aucune modification dans le système. En réalité on constate qu'une diffusion de chlorure de sodium se produit de l'intérieur du sac vers l'extérieur, c'est-à-dire de la solution de rouge Congo vers l'eau pure.

C'est ce qui résulte d'une théorie thermodynamique très simple développée par le physicochimiste anglais Donnan en 1911. Elle consiste à admettre qu'après un temps plus ou moins long il s'établira un équilibre réversible entre le liquide contenu à l'intérieur du sac et le liquide extérieur, à travers la membrane supposée perméable aux ions ordinaires et totalement imperméable aux gros ions ou granules que produit la dissociation du rouge Congo. L'équilibre une fois réalisé, toute transformation réversible du système accomplie à volume et à température invariables doit, d'après les lois de la thermodynamique, laisser invariable l'énergie libre du système, c'est à-dire que le travail contre les forces extérieures, au cours de la transformation, doit être égal à zéro.

L'équilibre étant réalisé entre la solution intérieure au sac (solution 1) et la solution extérieure (solution 2), supposons qu'on produise d'une manière réversible une transformation à température et volume constants amenant n ions Na^+ et n ions Cl^- de 2 dans 1. Pour simplifier l'écriture désignons par $[Na^+]_1$ et $[Cl^-]_1$ les concentrations que possèdent les ions Na^+ et Cl^- dans le milieu 1 et par $[Na^+]_2$ et $[Cl^-]_2$ les concentrations qu'ils possèdent dans le milieu 2. Le passage de n ions Na^+ d'un milieu où la concentration est $[Na^+]_2$ dans un autre où elle est $[Na^+]_1$ s'accompagne de la production d'un travail ayant pour expression[1] :

$$n \, RT \log_e \frac{[Na^+]_2}{[Na^+]_1} ;$$

1. Cette condition s'obtient en assimilant le travail produit par un ion-gramme d'une substance dissoute passant d'un milieu dont la concentration est c_2 dans un milieu où la concentration est c_1 à celui que produit une molécule-gramme d'un gaz passant de la pression p_2 à la pression p_1 soit :

$$\mathcal{C} = RT \log_e \frac{P_2}{P_1} = RT \log_e \frac{C_2}{C_1}$$

ou log e désigne le symbole des logarithmes népériens.

le passage de n ions Cl^- d'un milieu où la concentration est $[Cl^-]_2$ dans un autre où elle est $[Cl^-]_1$ donne lieu à un travail :

$$n \text{ RT} \log_e \frac{[Cl^-]_2}{[Cl^-]_1}.$$

Le travail est donc :

$$\mathcal{T} = n \text{ RT} \log_e \frac{[Na^+]_2}{[Na^+]_1} + n \text{ RT} \log_e \frac{[Cl^-]_2}{[Cl^-]_1},$$

que l'on peut écrire :

$$\mathcal{T} = n \text{ RT} \log_e \left(\frac{[Na^+]_2}{[Na^+]_1} \frac{[Cl^-]_2}{[Cl^-]_1}\right).$$

Et comme, puisque l'équilibre est réalisé entre la solution 2 et la solution 1, ce travail doit être nul, il s'ensuit que la quantité dont on prend le logarithme doit avoir pour valeur l'unité, d'où la condition qui traduit finalement l'équilibre thermodynamique entre les deux solutions :

$$[Na^+]_2 . [Cl^-]_2 = [Na^+]_1 . [Cl^-]_1$$

Autrement dit, *pour que l'équilibre existe entre les deux solutions, il faut que le produit des concentrations que possèdent les ions diffusibles Na^+ et Cl^- ait la même valeur de part et d'autre de la membrane*, cette relation étant valable quels que soient les ions non diffusibles présents dans l'une ou l'autre des solutions.

Telle est la condition essentielle énoncée par Donnan en 1911, d'où le nom d'*équilibre de Donnan* que l'on donne parfois à l'équilibre qui s'établit à travers une membrane entre deux solutions contenant l'une et l'autre les mêmes ions diffusibles, l'une d'elles renfermant en outre de gros ions non diffusibles.

Pour simplifier l'écriture dans le cas concret que nous avons examiné, où la solution 1 renferme des ions R^- non diffusibles, désignons par x la concentration commune des ions Na^+ et Cl^- dans la solution extérieure au sac (solution 2), par y la concentration en ions Cl^- et par z la concentration en ions R^- à l'intérieur du sac (solution 1). Comme, dans la solution 1, chaque ion R^- provient de la dissociation d'une molécule RNa qui libère en même temps un ion Na^+ et chaque ion Cl^- de la dissociation d'une molécule NaCl qui libère également un ion Na^+, on voit qu'à chaque ion R^- et à chaque ion Cl^- correspond à l'intérieur du sac un ion Na^+, en sorte que la concentration en ions Na^+ dans le sac doit être $y + z$. Ecrivons que le produit des concentrations des ions Na^+ et Cl^- est le même à l'intérieur et à l'extérieur du sac; on a l'équation :

$$x^2 = y(y + z) \qquad (1)$$

De cette relation qui établit l'égalité entre le produit de deux facteurs égaux et celui de deux facteurs inégaux, il résulte tout d'abord que la somme des deux facteurs égaux est inférieure à la somme des facteurs inégaux, c'est-à-dire qu'on a :

$$2x < 2y + z.$$

La concentration des ions diffusibles est donc plus grande à l'intérieur de la membrane qu'à l'extérieur, l'écart étant :

$$e = 2y + z - 2x \qquad (2)$$

D'autre part en combinant les équations (1) et (2) on tire :

$$x = y + \sqrt{ey} \qquad (3)$$

Cette dernière relation montre que l'on a :

$$x > y$$

c'est-à-dire que *la concentration en chlorure de sodium, lorsque l'équilibre est établi, est plus grande dans la solution extérieure que dans la solution intérieure.*

Vérification directe de quelques conséquences de la théorie précédente.

Loeb a fait sur les protéines de nombreuses recherches en vue de vérifier la théorie précédente. Ayant introduit un mélange de chlorure de gélatine et d'acide chlorhydrique dans un sac de collodion immergé dans l'eau pure, il étudiait la composition du liquide à l'intérieur et à l'extérieur après que, par une diffusion prolongée, l'équilibre eût été établi.

En désignant par x la concentration commune des ions Cl^- et H^+ dans la solution extérieure, par y et par z les concentrations respectives de l'ion H^+ et de l'ion gélatine (fonctionnant comme cation) à l'intérieur du sac, les équations (1), (2) et (3) devront lier entre elles les valeurs x, y et z si l'équilibre qui s'établit obéit à la théorie de Donnan.

Conformément à ces relations, Loeb a vérifié, en opérant sur un très grand nombre de solutions acides de gélatine et de diverses protéines introduites dans le sac de collodion :

1° que la concentration en ions H^+ obtenue par des mesures électrométriques était plus grande dans la solution extérieure que dans la solution intérieure, ce qui correspond à $x > y$;

2° que la concentration $y + z$ des ions Cl^- à l'intérieur du sac était supérieure à leur concentration x dans la solution extérieure.

Cette conséquence dérive directement des équations (1) et (3). On tire en effet de l'équation (1)

$$y + z = \frac{x^2}{y} \qquad (4)$$

et comme x est plus grand que y, $\frac{x^2}{y}$ est supérieur à x, ce qui donne :

$$y + z > x$$

Comme l'a fait remarquer Jacques Duclaux, les considérations précédentes sont de la plus grande importance pour la physiologie puisque l'une des grandes difficultés rencontrées dans l'étude des humeurs et des sécrétions, par exemple, consiste justement dans l'inégale répartition des éléments minéraux facilement diffusibles.

Pression osmotique des solutions colloïdales.

Les mêmes considérations aident à comprendre la signification exacte des expériences par lesquelles on mesure la pression osmotique des solutions colloïdales. On effectue cette détermination en enfermant la solution colloïdale dans un osmomètre limité par une membrane de collodion et plongeant dans le liquide intermicellaire préalablement séparé de la solution colloïdale par ultrafiltration au moyen d'un ultrafiltre au collodion. Le liquide intermicellaire pénètre dans la cellule osmotique. Dans ces conditions, on voit s'élever progressivement le niveau du liquide dans le tube osmométrique, et, lorsque l'équilibre est établi, la hauteur d'ascension dans l'osmomètre mesure ce qu'on considère habituellement comme la pression osmotique de la solution colloïdale. En réalité, la différence entre les pressions maxima de vapeur de la solution colloïdale et du liquide intermicellaire et, par suite, la hauteur d'ascension sont proportionnelles à la différence entre la somme des concentrations moléculaires et ioniques dans la solution colloïdale et dans le liquide intermicellaire.

Pour simplifier l'exposé nous supposerons que l'ionisation de la micelle colloïdale donne naissance à un granule de grandes dimensions et à un seul ion libre ordinaire, comme c'est le cas pour le rouge congo. Considérons donc une solution de rouge congo contenant comme impureté saline du chlorure de sodium, dont on isole par ultrafiltration le liquide intermicellaire constitué évidemment par une solution de chlorure de sodium. Lorsqu'on plongera dans le liquide intermicellaire le sac en collodion de l'osmomètre contenant la solution colloïdale à étudier, l'équilibre qui s'établira sera régi par l'ensemble des équations (1), (2) et (3). A l'intérieur du sac il y a par unité de volume z ions R^- non diffusibles, y ions Cl^- et $y + z$ ions Na^+, soit au total $2(y + z)$ ions diffusibles ou non. A l'extérieur du sac, il y a par unité de volume x ions Cl^- et x ions Na^+, soit au total $2x$ ions.

La différence entre les pressions maxima de vapeur de la solution colloïdale et du liquide intermicellaire et, par suite, la hauteur d'ascension, c'est-à-dire la pression osmotique mesurée, sont proportionnelles à la différence entre la somme des concentrations moléculaires et ioniques relatives à la solution colloïdale et au liquide intermicellaire. Cette pression osmotique est donc proportionnelle à :

$$\pi = 2z + 2y - 2x = 2(z + y - x) \qquad (5)$$

De l'équation (1) on tire :

$$x = \sqrt{y(y + z)}$$

d'où :

$$\pi = 2(z + y - \sqrt{y(y + z)})$$

La valeur de π est inférieure à $2z$ et ne lui deviendrait égale que pour $y = 0$. Etudions en effet comment varie la valeur de π en fonction de y :

$$\frac{d\pi}{dy} = 2\left[1 - \frac{2y + z}{2\sqrt{y(y + z)}}\right]$$

Il est facile de vérifier que $\frac{d\pi}{dy}$ est négatif[1], en sorte que π est une fonction de y constamment décroissante.

Pour y très grand vis-à-vis de z la fonction :

$$\pi = 2\left[z + y - y\sqrt{\frac{1 + 3}{y}}\right]$$

peut s'écrire :

$$\pi = 2\left[z + y - y\left(1 + \frac{1}{2}\frac{z}{y}\right)\right] = 2\left(z - \frac{z}{2}\right) = z.$$

Si, au contraire, y est petit vis-à-vis de z on a :

$$\pi = 2[z + y - \sqrt{yz}] = 2[z + \sqrt{y}(\sqrt{y} - \sqrt{z})]$$

et, en négligeant $\sqrt{y}$ vis-à-vis de $\sqrt{z}$:

$$\pi = 2[z - \sqrt{yz}]$$

Ainsi, dans le cas où la micelle colloïdale s'ionise en donnant un granule et un ion libre, s'il n'y avait, dans la solution colloïdale, aucune impureté saline, la pression osmotique serait exactement proportionnelle à $2z$, c'est-à-dire au double du nombre des micelles contenues dans l'unité de volume de la solution colloïdale. La présence d'une impureté saline a pour effet de diminuer la pression osmotique. Pour de faibles valeurs de la concentration y en impuretés salines, la pression osmotique est exprimée par $2(z - \sqrt{yz})$ et, pour de fortes valeurs de cette concentration saline, elle tend vers la moitié de la valeur qu'elle prendrait en l'absence de toute impureté[2].

---

1. On a, en effet :

$$4y(y + z) - (2y + z)^2 = -z^2$$

2. Si l'on considére la dérivée :

$$\frac{d\pi}{dy} = 2\left[1 - \frac{2y + z}{2\sqrt{y(y + z)}}\right].$$

on voit que si y tend vers zéro, $\frac{d\pi}{dy}$ prend une valeur infinie et négative. Ainsi la diminution de la pression osmotique produite par une petite quantité d'impuretés salines est tout d'abord extrêmement rapide : la moindre impureté saline diminue beaucoup la pression osmotique. Pour une concentra-

Ainsi la pression osmotique mesurée par rapport à la solution extérieure est inférieure à la valeur qu'elle prendrait en l'absence de toute addition étrangère d'ions diffusibles.

Si on supposait la micelle colloïdale susceptible de donner à côté du granule plusieurs ions libres diffusibles au lieu d'un seul comme dans l'exemple simple envisagé, le résultat serait un peu plus complexe mais de même sens. Dans tous les cas, on verrait que la pression osmotique mesurée comme on le fait habituellement, c'est-à-dire en introduisant la solution colloïdale dans un sac en collodion surmonté d'un tube manométrique et faisant plonger le sac de collodion dans le liquide intermicellaire ne mesure pas la pression osmotique propre de la solution colloïdale, c'est-à-dire celle qu'on eût observée si le liquide intermicellaire n'avait contenu aucune impureté saline. L'erreur est d'autant plus importante que le liquide intermicellaire est plus riche en ions diffusibles. On ne peut donc espérer faire de mesures correctes de pression osmotique qu'avec des solutions colloïdales ayant des liquides intermicellaires aussi voisins que possible de l'eau pure.

Différence de potentiel de membrane.

L'inégalité de concentration des ions de part et d'autre de la membrane, lorsque l'équilibre est réalisé, entraîne l'existence d'une différence de potentiel entre les deux solutions séparées par la membrane.

Considérons toujours une solution de rouge congo additionnée de chlorure de sodium, disposée dans un sac de collodion et plongeant dans l'eau Désignons par π_1 le potentiel positif de la solution 1 (intérieure au sac) et par π_2 celui de la solution 2 (extérieure au sac) lorsque l'équilibre ionique est réalisé entre les deux solutions. En écrivant qu'au cours d'un déplacement virtuel isothermique d'une certaine quantité d'électricité de la solution 2 dans la solution 1 le travail des forces électriques est équivalent à celui des forces osmotiques, on obtient une formule reliant la différence de potentiel

$$E = \pi_1 - \pi_2$$

aux concentrations ioniques des deux solutions.

En volts, cette différence de potentiel est donnée par la formule :

$$(6) \qquad E = \frac{RT}{F} \log_e \frac{x}{y}$$

où F désigne la quantité d'électricité transportée par un ion-gramme monovalent, soit 96.490 coulombs, x la concentration commune des ions Na^+ et Cl^- dans la solution 2 et y la concentration des ions Cl^- dans la solution 1.

Loeb est parvenu à mesurer la différence de potentiel ainsi prédite par la théorie. Dans ses expériences le sac de collodion contenait un mélange de chlorure de gélatine et d'acide chlorhydrique et il était plongé dans l'eau pure; quand l'équilibre ionique était atteint de part et d'autre de la membrane, les ions H^+ et Cl^- avaient même concentration x dans la solution extérieure, tandis que dans la solution intérieure les ions H^+ avaient une concentration y et les ions Cl^- une concentration $y + z$. Le dispositif de mesure comprenait des électrodes saturées au calomel, comportant chacune un siphon capillaire rempli d'une solution saturée de chlorure de potassium. L'extrémité de l'un des capillaires était introduite dans la solution de gélatine intérieure au sac, tandis que l'autre était plongée dans la solution extérieure; un électromètre sensible permettait de mesurer la différence de potentiel entre les deux électrodes qui, tout étant symétrique dans le dispositif, fournissait la différence de potentiel E entre les deux solutions.

D'autre part, $\log_e \frac{x}{y}$, où x représente la concentration en ions H^+ de la solution extérieure et y la concentration en ions H^+ de la solution intérieure, peut s'écrire :

$$\log_e \frac{x}{y} = 2{,}30 \log_{10} \frac{x}{y} = 2{,}30 \left[\log_{10} x - \log_{10} y \right]$$
$$= 2{,}30 \times (p_{H1} - p_{H2})$$

p_{H1} et p_{H2} désignant les valeurs de l'exposant p_H pour la solution 1 et la solution 2.

La formule (6) devient ainsi :

$$E = 2{,}30 \times \frac{RT}{F} (p_{H1} - p_{H2})$$

Loeb a ainsi constaté que la valeur de E obtenue par la méthode dont nous avons indiqué le principe et les valeurs des exposants p_H relatifs aux solutions 1 et 2 étaient en bon accord avec la relation précédente.

Application au gonflement de la gélatine.

Procter et Wilson ont appliqué la théorie de l'équilibre de membrane à l'interprétation du gonflement de gels colloïdaux mis en présence d'une solution aqueuse et notamment au gonflement de de la gélatine plongée dans une solution acide.

Prenons une millimolécule-gramme de gélatine G et introduisons-la dans la solution d'un acide AH; la solution diffuse à l'intérieur de la gélatine qui se combine avec quelques-uns des ions H^+ de la solution, en sorte qu'à l'intérieur de la gelée

---

tion en molécules salines égale à celle des micelles ($y = z$), la pression osmotique devient égale à :

$$\pi = 2 \left[z + z - \sqrt{2 z^2} \right] = 1{,}2 z$$

La pression osmotique est réduite dans le rapport de 2 à 1,2, c'est-à-dire de 40 % de sa valeur.

la concentration des ions H^+ libres sera inférieure à celle des ions A^-. Lorsque l'équilibre est réalisé, désignons par x la concentration commune des ions H^+ et A^- dans la solution externe, par y la concentration des ions H^+ dans la solution interne, par z celle des ions GH^+, en sorte que celle des ions A^- dans la solution interne sera : $y + z$.

Considérons la surface de séparation entre la gélatine et l'eau comme une membrane perméable aux ions H^+ et A^- mais imperméable aux ions GH^+. Les relations (1), (2) et (3) établies au début de cet article sont applicables. Il en résulte, ainsi que nous l'avons indiqué, que x est supérieur à y, c'est-à-dire que la concentration en ions H^+ est plus grande dans la solution externe que dans la gelée. En outre, $y + z$ étant supérieur à x, la concentration des ions A^- est plus grande dans la gelée que dans la solution externe. La concentration totale des ions étant plus grande à l'intérieur de la gelée qu'à l'extérieur, l'excès e de la concentration ionique totale interne sur la concentration externe se traduit par l'existence d'une pression osmotique sous l'influence de laquelle la gelée va se gonfler. Si l'on désigne par v l'accroissement de volume pour un poids déterminé de gélatine, par exemple une millimolécule-gramme, il est naturel d'admettre qu'il y a proportionnalité entre e et v, ce qui conduit à la relation :

$$v = c\,e$$

La théorie mathématique du gonflement développé par H. R. Procter et W. H. Wilson à partir des considérations précédentes, précisée ensuite par J. A. et W. H. Wilson, a conduit à des conséquences qui sont en bon accord avec des mesures expérimentales effectuées sur le gonflement de plaques de gélatine au contact des solutions acides par Procter.

Conclusion. — La théorie des équilibres de membranes, ou théorie de Donnan, dont nous venons d'exposer les grandes lignes, a pris dans l'étude des colloïdes et dans l'interprétation des phénomènes biologiques une importance considérable. Ainsi que cela résulte du dernier paragraphe de cet article, on l'a même appliquée à des cas, comme le gonflement des gelées, où n'intervient aucune membrane réelle. On ne saurait nier l'intérêt des résultats obtenus. Cependant, comme le rappelait récemment M. Jacques Duclaux[1], il semble bien qu'il y ait quelques disproportions entre le développement qu'elle a pris et les bases sur lesquelles elle repose. C'est qu'en effet, le raisonnement thermo-dynamique, dont la rigueur ne saurait être mise en doute, repose sur des hypothèses relatives à la constitution des colloïdes dont la légitimité n'a pas été établie et que bien des faits permettent de considérer comme simplifiées à l'extrême. Nous conclurons donc en rapportant cette opinion de M. Jacques Duclaux qui nous paraît très sage et à laquelle nous souscrivons pleinement ; « Le domaine d'application de la théorie de Donnan, sous sa forme actuelle, est limité. Bien qu'elle doive en tous cas servir de guide, on risque en l'appliquant systématiquement d'aboutir à des erreurs. Dans son intérêt même il est souhaitable que ses limites d'application soient reconnues, et pour cela la question doit être entièrement reprise par l'expérience, sans aucune préoccupation théorique. »

Aug. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

1. J. Duclaux: *Revue générale des Colloïdes*, 8e année, p. 251, juin-juillet 1930.

LE MORVAN

On a défini le Morvan un « bastion avancé du Plateau central. » C'est qu'en effet ce massif montagneux formé de granites, de gneiss, de porphyres, de schistes et de quartzites, présente une grande similitude avec les parties granitiques du Massif central, dont il n'est séparé que par 70 kilomètres environ.

Sa situation élevée au-dessus des plaines environnantes, les précipitations abondantes qu'il reçoit, la structure de son sol, la configuration de ses vallées lui font jouer un rôle important sur l'alimentation et sur le régime de l'Yonne, d'une part, et de divers affluents de la Loire, d'autre part.

C'est d'ailleurs une région très pittoresque. La multiplicité de ses ruisseaux, aux eaux écumantes, aux cascades tumultueuses, qui déroulent leurs méandres à travers les rochers, les bouquets d'aunes aux feuilles visqueuses; ses prés verdoyants, entourés de murs de pierres brutes; ses pâturages, entrecoupés de bruyères roses, de genêts aux fleurs d'or, de digitales purpurines; ses *ouches*, petits champs enclos de blocs de granite, où le sol plus fertile donne quelques rares épis de blé noir, de seigle ou de froment[1]; la masse sombre de ses forêts, s'étalant sur les pentes escarpées des vallons et sur les plateaux coupés de dépressions dans lesquelles naissent des sources limpides; tout cela lui donne un caractère tout particulier de charme et d'originalité. Il n'est pas jusqu'aux vieilles maisons basses de ses villages dispersés dans la campagne qui ne retiennent l'attention du promeneur.

Le Morvan n'a jamais eu une existence à part, au point de vue politique ou administratif. Il a d'abord fait partie du territoire des Eduens, dont la capitale, l'antique Bibracte, occupait le sommet d'une de ses montagnes[2]. Plus tard, il a été partagé entre le Nivernais, le duché de Bourgogne, le diocèse d'Autun et la seigneurie de Château-Chinon. Aujourd'hui, son territoire est réparti entre quatre départements : Nièvre, Côte-d'Or, Yonne, Saône-et-Loire.

Les auteurs, qui ont écrit sur le Morvan, ne sont pas d'accord sur les limites de cette entité géographique. Il semble que pour en fixer les bornes, il faut tenir compte d'abord des considérations géologiques, mais aussi de l'ethnographie[1] et des facteurs économiques.

Les terrains primitifs et éruptifs du Morvan contrastent avec les formations jurassiques de l'Avallonnais, de l'Auxois et du Bazois; leurs cultures, leurs productions, les habitudes et le langage de leurs habitants sont tout différents de ceux de l'Autunois et du Charolais, bien qu'on retrouve les assises granitiques au sud de l'Alène et à l'est de l'Arroux. La culture des céréales est très réduite dans le Morvan; on n'y voit ni riches prairies, ni vignobles, ni usines; le faciès est absolument différent, les pluies y sont plus abondantes et plus fréquentes.

En définitive, on peut admettre que le Morvan est borné, au nord, par les calcaires à gryphées arquées de l'Avallonnais; à l'est, par les calcaires liasiques de l'Auxois; au sud, par la cuvette permienne de l'Autunois et par la vallée de l'Alène, qui le sépare du Charolais, à l'ouest, par les dépôts pliocènes de la Sologne bourbonnaise, puis par les calcaires liasiques qui constituent le substratum du Bazois. Des failles le limitent d'ailleurs nettement, à l'est, sur 30 kilomètres, entre Précy-sous-Thil et Bar-le-Régulier, à l'ouest, sur 70 kilomètres, de Saint-Honoré les-Bains à Pontaubert[2].

Ainsi délimité, le Morvan ne comprend guère que des roches cristallines; son altitude varie de 216 à 900 mètres, sa surface est de 230.000 hectares.

***

Configuration générale. — On peut distinguer dans le Morvan trois régions distinctes :

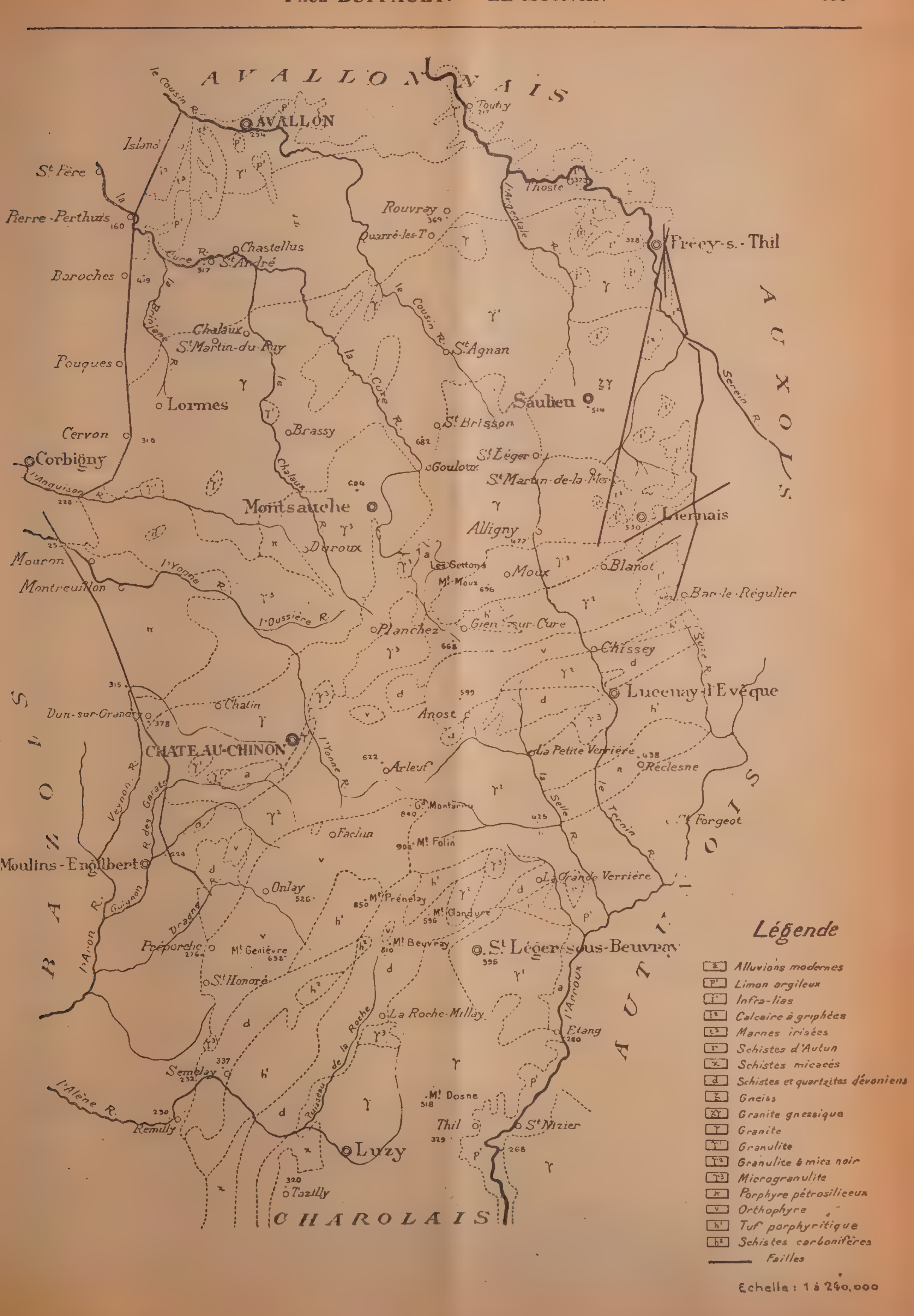
1° Au nord, le *Bas-Morvan*, terminé à l'W. par deux failles, qui sont dirigées, l'une, du S.-S.-W. au N.-N.-E., l'autre, du S.-S.-E. au N.-N.-W., parallèlement aux anciens filons des roches éruptives, s'enfonce sous les plaines liasiques de l'Avallonnais. Entre le *culm* et le terrain houiller, un grand plissement nord-est a été suivi de puissantes dénudations; des failles nombreuses se sont ouvertes

1. GUY-COQUILLE qualifie ainsi le Morvan : « montagnes couvertes de bois, assez stérile quant à bled. » *Histoire du pays et duché de Nivernois*, 1662, p. 25.

2. Le *Pagus Morvennensis* figure dans le tableau des *Pagi* de la Gaule. C'est la dénomination que donne encore, en 417, au Morvan, saint Amâtre, évêque d'Auxerre.

1. L'origine des habitants du Morvan a fait l'objet de diverses hypothèses plus ou moins vraisemblables parmi les savants. Les uns ont voulu voir en eux des Bagaudes ou des Goths réfugiés dans la partie montagneuse, d'autres des Huns, des Sarmates, des Frisons, des Chauces, etc. Le Dr Bogros y voit des Ligures et cite, à l'appui de sa thèse, les noms de lieux, de montagnes ou de rivières qu'on retrouve dans les régions habitées jadis par ce peuple (*mont Genièvre*, *Tauron* (Tauron palus), *Drayne* (Draganes). E. BOGROS, *le Morvan*, Château-Chinon, 1883.

1. Capitaine J. LEVAINVILLE, *Le Morvan*, Paris, Armand Colin, 1909, p. 6.


AVALLONNAIS
AUXOIS
AUTUNOIS
BAZOIS
CHAROLAIS
AVALLON
Saulieu
Corbigny
Montsauche
CHATEAU-CHINON
Moulins-Engilbert
Luzy
Lucenay-l'Evêque
St Léger-sous-Beuvray
Précy-s.-Thil
Liernais
Lormes
Légende
Alluvions modernes
Limon argileux
Infra-lias
Calcaire à gryphées
Marnes irisées
Schistes d'Autun
Schistes micacés
Schistes et quartzites dévoniens
Gneiss
Granite gneissique
Granite
Granulite
Granulite à mica noir
Microgranulite
Porphyre pétrosiliceux
Orthophyre
Tuf porphyritique
Schistes carbonifères
Failles
Echelle : 1 à 240.000

antérieurement au grès bigarré; l'une d'elles s'est réouverte à l'ère tertiaire et a produit la vallée de la Cure.

L'altitude la plus élevée de cette partie du Morvan est celle de la *Forêt Chenue* (682 mètres); l'inclinaison générale est celle du N.-W. Sur la bordure nord, on relève les cotes suivantes : 254, 217, 373 [1]; à l'est; 389, 460, 598, 618 [2]; au sud; 477, 622, 534 [3]; à l'ouest; 378, 315, 250, 228, 310, 419 [4].

2° Au sud, le *Haut-Morvan* est dominé, à son centre, par des sommets dont l'altitude atteint 800 à 900 mètres. Cette partie du Morvan est inclinée à l'W. vers la vallée de l'Aron, au S. vers celle de l'Alène, à l'E. vers celle de l'Arroux.

3° Au Nord-Est, de Montigny à Bar, une zone de 3 à 12 kilomètres de largeur, limitée à l'E. par une série de failles terminales qui vont de Précy-sous-Thil à Bar, présente l'aspect d'une pénéplaine, dont l'altitude est comprise entre 336 et 598 mètres d'altitude. On y relève en outre les cotes ci-après : 328, 514, 530, 482 [5].

*
**

Orogénie. — Emergé à l'ère primaire, le Morvan a été affecté par les mouvements orogéniques de la chaîne hercynienne à l'époque carbonifère, qui ont déterminé des plissements et des reliefs arasés postérieurement par les érosions. A l'époque miocène, la surrection des Alpes a eu son contre-coup dans le Morvan; il en est résulté le relief actuel du terrain.

A l'époque carbonifère, s'est formée une succession de plissements et de ridements orientés du S.-W. au N.-E : les synclinaux houiller et permien de Blanzy, permien d'Autun, paléozoïque du Haut-Morvan, porphyrique de Montreuillon, houiller de Sincey, les anticlinaux granitiques de Luzy, de Château-Chinon et de Lormes, l'anticlinal granulitique d'Avallon. Entre le permien et le trias, des failles, remplies ultérieurement par des filons de quartz saccharoïde, se sont produites à l'E. vers la Petite Verrière, à l'W. vers Pierre-Perthuis, Sainte-Péreuse et Empury. De puissantes érosions ont suivi un relèvement sensible du massif et les effondrements du bassin permien d'Autun et du bassin houiller de Blanzy, au S.-E. du Morvan.

A l'époque secondaire, un affaissement lent du massif a donné lieu à des dépôts du trias et de l'infra-lias; ces dépôts furent entamés plus tard, à la suite d'un nouvel exhaussement par des érosions, qui n'en laissèrent que des lambeaux au N.-W. et au N.-E., et firent réapparaître les roches anciennes à la surface.

Enfin la surrection des Alpes, à l'époque miocène, a donné naissance, sur le pourtour du massif, à de nouveaux effondrements et fait surgir des lignes de faîte, dirigées du S.-E. au N.-W. et au N.-N.-W.; celles-ci, arasées postérieurement par de nouvelles érosions, déterminèrent le relief et la physionomie actuelle de la région. En même temps, des failles de faible amplitude, mais disposées en réseau serré, s'ouvraient à l'E.; une autre faille, d'origine hercynienne, brusquement réouverte à l'W., faisait apparaître la falaise qui domine le Bazois.

Pendant la période pliocène, les eaux décapèrent les roches anciennes et les sédiments secondaires; leur action érosive eût pour effet d'abaisser le relief, d'adoucir les pentes, de creuser des gorges abruptes et sauvages, d'entasser les matériaux détritiques dans les cuvettes et de combler en partie la dépression permienne d'Autun [1].

La constitution de l'orographie si caractéristique du Morvan fut la conséquence des mouvements alpins.

*
**

Orographie. — L'axe montagneux du Morvan est constitué par une chaîne qui s'étend, dans la partie orientale, sur 35 kilomètres de longueur, en direction S.-N., du mont Dosne (518 mètres d'altitude) au mont Moux (696 mètres), situé à 3.700 mètres au S.-E. du lac des Settons. Cette chaîne, la plus importante et la plus élevée du Morvan, renferme les sommets du Beuvray (810 mètres), du mont Prénelay (850 mètres), du Haut-Folin (902 mètres), du Grand Montarnu (840 mètres) et du Bois-du-Roi (902 mètres). Constituée par les granites, les schistes et quarzites dévoniens, les granulites, les orthophyres, les porphyres, les tufs porphyritiques et les schistes carbonifères, elle forme la ligne de faîte entre l'Aron, l'Yonne et la Cure, à l'W., l'Arroux, à l'E.

Une chaîne de moindre importance se détache de la précédente au mont Prénelay et court vers le N.-W. sur environ 30 kilomètres, entre l'Yonne et l'Aron, séparant ainsi le versant de la Manche de celui de l'Océan, pour se terminer au S.-W. de Montreuillon, à 464 mètres d'altitude. Elle atteint 796 mètres au N. de Villapourçon, 710 mètres près de Fachin et 609 mètres au promontoire de Château-Chinon, d'où elle domine le Bazois d'environ 300 mètres.

1. Avallon, Toutry, Thoste.
2. Sincey-les-Rouvray, Saint-Léger-de-Foucheret, Saint-Léger-la-Fourche, Bois Morin.
3. Alligny, Arleuf, Château-Chinon.
4. Dun-sur-Grandry, vallées de l'Yonne et de l'Anguison, Cervon, Bazoches.
5. Précy-sous-Thil, Saulieu, Licrnais, Bar-le-Régulier.

1. LEVAINVILLE, *op. cit.*, p. 25 et suiv.

Une troisième série de hauteurs s'étage parallèlement à la chaîne du Beuvray, coupe les vallées de l'Alène et de la Dragne, culmine à 638 mètres au mont Genièvre, butte d'orthophyre, domine Moulins-Engilbert, puis disparaît aux environs de Château-Chinon. On la retrouve ensuite entre l'Yonne et l'Anguison, puis entre la Brinjane et le Chalaux. Après le mont Genièvre, les principaux sommets atteignent 431, 557, 440, 390, 509, 472 mètres d'altitude[1].

Enfin un dernier ridement part de la forêt d'Anost (795 mètres d'altitude), se dirige d'abord vers le N.-W., entre l'Oussière et le Chalaux, puis au N. entre le Chalaux et la Cure, atteint 632 mètres, près d'Ouroux, 657 au S.-E. de Brassy, 479 mètres près de Saint-Martin-du-Puy et se termine au confluent de la Cure et du Chalaux.

Comme le fait remarquer M. Levainville, les trois chaînes secondaires se coupent à l'ouest du système Beuvray-Prénelay-Bois-du-Roi et forment pour ainsi dire six compartiments dans lesquels on trouve des croupes onduleuses, arrondies ou déchiquetées, des bassins fermés ou des cuvettes, tantôt de forme rectangulaire, tantôt parallélogrammiques plus ou moins déformées par les érosions[2]. Un premier compartiment à l'E. de la première chaîne forme le bassin ouest de l'Arroux; un second, entre les première et troisième chaînes, celui de l'Alène; le troisième, à l'W. de la troisième chaîne, la partie orientale du bassin de l'Aron; le quatrième, situé à l'W. de la deuxième chaîne, constitue le bassin de l'Yonne; le cinquième, entre les deuxième et quatrième chaînes, celui du Chalaux; enfin le sixième, situé à l'E. de la quatrième chaîne, forme le bassin de la Cure.

En somme, le Morvan présente l'aspect d'une région mamelonnée, au relief émoussé, dominée par une chaîne montagneuse, aux formes tantôt anguleuses, tantôt arrondies, en direction générale du sud au nord. Ses contours indécis contrastent avec les lignes droites des plateaux calcaires du Nivernais et de l'Auxois, comme avec les dépressions du Bazois, de l'Autunois et du Charolais, qu'elle domine nettement.

*
**

Constitution géologique. — Dans le Bas-Morvan, le granit forme deux puissantes masses, l'une allant de Lormes à Saint-Martin-de-la-Mer, l'autre se prolongeant au S.-W. vers Planchez pour s'épanouir vers Château-Chinon; cette partie granitique est resserrée entre Dun-les-Places et Gouloux, d'une part, entre les microgranulites, qui s'étendent de la Cure à l'Argentale, et, d'autre part, le massif granulitique, qui va de Gouloux à Mouron et à Dun-sur-Grandry. Au nord de Lormes et de Quarré-les-Tombes, une bordure de gneiss, percée au N.-W. par la granulite et recouverte en partie par des dépôts triasiques et liasiques, occupe 30 kilomètres de longueur, de Bazoches à Thoste. Un puissant massif de granulite à mica noir s'étend sur 30 kilomètres de Blanot au Frétoy et se prolonge au S.-E. jusqu'à la vallée de la Selle; il est bordé au N.-W. par une autre coulée de granulite à mica noir, coupé, entre Gien-sur-Cure et la Petite-Verrière, par les schistes et quartzites dévoniens, les orthophyres et les microgranulites.

Deux masses de porphyre pétrosiliceux se trouvent, l'une au S. de Montreuillon, l'autre au nord de Reclesne, entre les vallées de la Suze et de la Selle.

Un vaste massif de granite occupe la partie S.-E. du Haut-Morvan, encadré au N. par les granulites de Saint-Léger-sous-Beuvray, à l'E. par les alluvions modernes et les limons argileux de la vallée de l'Arroux, à l'W. par les schistes et les quartzites dévoniens. Plus au N., d'Onlay à la Grande-Verrière, les orthophyres, les porphyres alternent avec les schistes et les quartzites, les granulites à mica noir, les microgranulites, les tufs porphyritiques, tandis que les formations du dévonien, les schistes carbonifères et micacés bordent à l'W. le massif ancien.

La pénéplaine du N.-E. est constituée au N. par le granite, qui passe au S. à un mélange de gneiss et de granite, mais ces deux éléments sont recouverts çà et là par de nombreux placages de l'infra-lias et de calcaires à griffées arquées. Ces sédiments affectent la forme de cônes tronqués, aplatis au sommet, ou de collines terminées par des plate-formes qui contrastent avec les croupes mamelonnées ou étalées, caractéristiques des deux autres régions.

*
**

Hydrographie. — Le climat du Morvan est rude, les pluies sont fréquentes et abondantes, surtout sur les hauts sommets[1], la neige persiste

1. Au N.-E. de Semelay, au S.-E. de Saint Honoré, au N.-W. d'Onlay, au N.-W. de Montigny, au N.-E. de Lormes, au N.-E. de Saint-Martin du Puy.
2. Levainville, *op. cit.*, p. 58 et s.

1. L'épaisseur de la lame d'eau pluviale, d'après les observations de la Commission météorologique de la Nièvre, de 1894 à 1923, a été, en moyenne de 1.228 millimètres dans les six stations du Morvan, situées à 500 mètres d'altitude moyenne (plus de 2 mètres sur les hauts sommets, d'après Schrader et Gallonédee). A Saulieu, elle est de 930 mm., à Liernais de 858, à Lormes de 1.012, à Dun-les-Places de 1.266

assez longtemps, de novembre à mai[1]. Ces précipitations d'une importance considérable donnent naissance à un grand nombre de sources[2] et de ruisseaux, qui se présentent en un réseau très serré et dont la réunion forme de nombreuses rivières aux eaux limpides et claires.

Le Morvan recueille près de 3 milliards de mètres cubes d'eau; il constitue un véritable château d'eau qui alimente les régions environnantes. A l'E., au N. et à l'W. du massif, les eaux se déversent dans le bassin hydrographique de l'Yonne; au S.-W., au S. et au S.-E., c'est vers les affluents de la Loire qu'elles convergent.

Au N.-E., le Serein, tributaire de l'Yonne, et ses affluents, l'Argentale et le Tournesac, reçoivent les eaux des calcaires de l'Auxois, d'une part, et, d'autre part, celles de la région du Morvan, dans laquelle les granites sont recouverts par les placages liasiques.

Le Cousin, affluent de la Cure, naît à 570 mètres d'altitude, au-dessous de la butte du Bois Morin, et va se jeter dans la Cure par 140 mètres d'altitude. La pente de son cours est de 0 m. 80 par kilomètre en amont de Quarré-les-Tombes et de 2 mètres en aval.

L'Yonne prend sa source au pied du mont Prénelay, à 726 mètres d'altitude et parcourt 41 kilomètres dans le Morvan, avec une pente de 1 m. 30. La longueur totale de son cours, de la source à Montereau, est de 294 kilomètres.

à Gien-sur-Cure de 1.320, à Château-Chinon de 1.367, aux Settons de 1.499 mm.

Il est tombé à Château-Chinon 82 mm. d'eau en 24 heures le 22 juin 1899, 44 mm. 2 le 11 août 1921, 48 mm. le 8 juin 1922, 50 mm. 2 le 5 octobre 1923. De 1895 à 1923, la moyenne des *maxima* dans cette station a été de 51 mm. 7.

Le nombre des jours de pluie, dans le voisinage des hauts sommets du Morvan n'est surpassé en France que par les Vosges, le bassin de la Lys et certains points des Alpes et des Pyrénées; l'épaisseur de la lame d'eau serait de 1.500 mm. à la Croisette et de 1.600 mm. au Haut Folin. Certains auteurs admettent que la hauteur moyenne annuelle des pluies dans le Morvan est de 1 m. 40.

1. Depuis 1894, on a observé, en moyenne, par an, 25 chutes de neige à Dun-les-Places, 31 aux Settons, 32 à Gien-sur-Cure, 33 à Château-Chinon.

2. D'après M. Levainville, on a compté 127 grosses sources dans les bassins de l'Yonne, de la Cure et du Serein ; on a constaté également la présence de 22 sources au sommet du Beuvray (*op. cit.*, p. 86). — On retrouve dans tout le Morvan des pratiques superstitieuses, vestiges du culte des sources qui constituent chez les Celtes le fond de la religion populaire et qui existait également chez les Romains, puisque ceux-ci vénéraient les génies et les nymphes des eaux, les *Déesses-mères*, etc.

Les sources qui alimentent les eaux du Morvan sont nombreuses à toutes les altitudes, mais on en trouve un plus grand nombre dans les granulites et les porphyres que dans les granites et les gneiss.

La présence des roches imperméables favorise le ruissellement. En hiver, 98 °/₀ de l'eau pluviale, en été, 44 °/₀ s'écoulent sur le sol et y forment de nombreux ruisselets.

L'Yonne reçoit :

1° A droite, dans le Morvan, le ruisseau de la Proie, le Touron, l'Oussière, l'Anguison, l'Auxois et la Cure.

Formée de deux ruisseaux qui naissent à 690 et 700 mètres d'altitude, l'Oussière se jette dans l'Yonne, à Chaumard, par 270 mètres d'altitude, après un parcours de 15.600 mètres, avec une pente de 0 m. 27 par kilomètre.

La source de l'Anguison est à 160 mètres d'altitude, son cours a une longueur de 26 kilomètres, dont 14 dans le Morvan, et son lit une pente de 0 m. 96.

L'Auxois, qui naît près de Lormes à 450 mètres d'altitude, a un cours de 17 kil. 600, dont 5 kil. 600 dans le Morvan; la pente de son lit est de 0 m. 15.

La Cure prend sa source au S. de Gien-sur-Cure, à 670 mètres d'altitude et va se jeter dans l'Yonne, près de Cravant, par 117 mètres d'altitude, après un parcours de 112 kilomètres, dont 61 kil. 200 dans les granulites, les gneiss et les granites du Morvan, où elle a creusé des gorges abruptes et pittoresques. Cette jolie rivière alimente le magnifique réservoir artificiel des Settons, d'une superficie de 360 hectares et d'une capacité de 20 millions de mètres cubes, créé pour les besoins du canal du Nivernais. La pente de la Cure est de 0 m. 80 en amont de Chastellux et de 0 m. 23 de cette dernière localité à Cravant.

La Cure reçoit le Vignan, le Chalaux et la Brinjane; ces trois rivières ont respectivement un cours de 6 kil. 400, 31 kil. 200 et 13 kil. 200 et une pente de 3 m. 30, 3 m. 80 et 1 m. 85[1].

2° A gauche, en dehors du Morvan, le Beuvron, qui arrose le Bazois et se jette dans l'Yonne, à Clamecy.

A l'W. de la chaîne secondaire, qui se détache du Grand Prénelay et de la chaîne principale Prénelay-Beuvray, les eaux vont à l'Aron et à l'Alène.

L'Aron prend sa source à 300 mètres d'altitude, près de Saint-Révérien, arrose le Bazois et va se jeter dans la Loire, à Decize, par 191 mètres d'altitude, après un parcours de 93 kilomètres; la pente de son lit est de 0 m. 16. Il reçoit du Morvan de nombreux affluents : le Veynon, le Guignon, la Dragne et l'Alène; les sources des trois premiers sont situées respectivement à 550, 650 et 630 mètres d'altitude, leur parcours est de 28, 28,200 et 29 kilomètres, la pente de leurs lits de 1 m. 20, 1 m. 37 et 1 m. 44 par kilomètre.

L'Alène, qui naît à 346 mètres d'altitude, draine les eaux du versant W. de la chaîne du Beuvray,

1. Toutes les rivières énumérées ci-dessus ont leurs sources situées dans le Bas-Morvan.

traverse les granits, les schistes dévoniens et les tufs porphyritiques du Haut-Morvan et rejoint l'Aron par 196 mètres d'altitude, après un parcours de 45 kilomètres; la pente de son lit n'est que de 0 m. 30. Son principal tributaire est le ruisseau de la Roche, qui descend du Beuvray avec une pente moyenne de 3 mètres.

L'Arroux reçoit les eaux de la région de Saulieu et de Bar, ainsi que celles du versant E. de la chaîne du Beuvray; ses principaux affluents sont le Ternin et la Selle, dont les sources sont situées à 557 et 576 mètres d'altitude; leurs cours ont une longueur de 45 km. 800 et 25 kilomètres, leurs pentes moyennes 0 m. 61 et 1 m. 15 par kilomètre.

Les bassins supérieurs de l'Yonne, de la Cure, du Cousin et du Ternin renferment de nombreux étangs qui régularisent, dans une certaine mesure, le débit de ces cours d'eau. Avant d'arriver à l'Oussière, à la Cure, au Chalaux, à la Dragne, les eaux pluviales sont emmagasinées, pendant un certain temps, dans les cuvettes qu'ont creusées les érosions dans leurs hauts bassins, ce qui retarde l'apparition des crues.

La Cure et le Cousin présentent, au début de leur cours, de faibles pentes (environ 0,8), mais la pente s'accentue, lorsque ces cours d'eau rencontrent les plissements alpins, et atteint 1 m. 60 et 2 mètres par kilomètre.

Le débit de l'Yonne varie beaucoup suivant la distance où elle se trouve de sa source et les affluents qu'elle a reçus [1]; à Montreuillon, le débit en temps de crue représente 5,8 fois le débit en eaux moyennes; au pertuis d'Armes, lorsqu'elle a reçu les eaux de l'Anguison et de l'Auxois, le coefficient s'élève à 11; à Clamecy, après le confluent du Beuvron, il s'abaisse à 6.

Le débit de la Cure en temps de crue est de 8 fois celui des eaux moyennes; il s'élève à 9 pour le Cousin et à 10 pour le Chalaux.

Les affluents de l'Aron ont un régime assez irrégulier; le coefficient est de 7,5 pour l'Alène, 9, 13 et 14 fois pour les autres tributaires.

Le Ternin et la Selle roulent, en temps de crue, 10 et 22 fois leur volume en eaux moyennes; le coefficient est de 47, 64, 83 et 129 pour les autres affluents de l'Arroux.

Si l'on admet que les rivières issues du Morvan roulent seulement 75 % des eaux pluviales, l'Yonne et ses tributaires devraient débiter annuellement, au sortir du massif, 1.200.600.000 mètres cubes, les affluents de l'Aron 517.600.000, ceux de l'Arroux 328.462.000 mètres cubes. Ce serait une masse d'environ 2 milliards 50 millions de mètres cubes d'eau que le Morvan laisserait s'écouler dans les régions voisines. C'est dire l'importance qu'il présente au point de vue hydrographique.

***

Les forêts. — Il est certain qu'au commencement de notre ère, la forêt s'étendait sur la plus grande partie de la superficie du Morvan. D'après Bullet, les mots *Mor, Ven* signifieraient *montagnes noires*, ce qui semblerait justifié par la présence de boisements considérables [1]. Au temps de saint Germain, évêque d'Auxerre (ve siècle), toute la contrée était couverte de bois. La toponymie démontre d'ailleurs, quelle a été jadis l'extension considérable de la forêt.

Au XIIe siècle et aux siècles postérieurs des défrichements furent effectués sur de grandes surfaces et de nombreux documents, entre autres la *Description géographique de l'élection de Vézelay*, par Vauban, démontrent que des vols de bois et des abus de pâturage étaient commis fréquemment aux XVIIe et XVIIIe siècles par les paysans, alors que les seigneurs étaient retenus à la Cour.

Vers 1840, Dupin évaluait la superficie forestière du Morvan à 91.233 hectares. Elle ne doit pas dépasser actuellement 75.600 hectares, ce qui donnerait un taux de boisement de 32.8 % [2].

Le hêtre est par excellence l'arbre du Morvan [3]. Le chêne pédonculé y est rare, alors que le chêne rouvre se rencontre un peu partout, surtout au N., au N.-E., à l'W. et au S.-W.; mais il ne dépasse pas 850 mètres d'altitude. Le charme, assez abondant, disparaît aux environs de 400 mètres. L'aune et le tremble se trouvent dans les endroits frais et au bord des ruisseaux; le frêne est assez rare. On ne trouve quelques châtaigniers que disséminés, dans la région de Lormes et sur la lisière S.-E.

L'épicéa et le sapin n'ont été introduits que

1. Le débit en temps de crue des affluents supérieurs de l'Yonne représente 8,6 fois le volume en eaux ordinaires pour les ruisseaux d'Arleuf et de la Proie, qui descendent du Bois du Roi, 13 pour le ruisseau de Corancy, 7 pour l'Oussière, 11,6 pour l'Anguison.

1. En breton, les mots *Mor*, *Ven* ont plutôt l'acception de *montagne grisâtre*. Les celtisants modernes leur donnent celle de *hautes cimes*, ce qui ne paraît pas d'accord avec la réalité, quoique vus du S. et de l'W. les sommets du Morvan paraissent assez élevés par rapport aux pays environnants.

2. Le taux de boisement est de 34,6 % dans la partie du département de la Nièvre, comprise dans les bassins de l'Yonne et de la Cure, et de 19,2 % seulement pour celle dont les eaux vont à la Loire.

3. On retrouve le hêtre dans beaucoup de noms de la toponymie locale. Ainsi Savigny-Poil-Fol, en patois *Savigny-l'uy-Fou* en *Savigny-Poy-Fouël*, signifie Savigny sur la colline *(puy)* des hêtres, *Fou* ou *Fouël* désignant le hêtre.

sur 5.000 hectares environ, le pin sylvestre et le mélèze sur 900 hectares. L'introduction du sapin devrait être poursuivie dans la partie la plus élevée du Morvan (700 à 900 mètres d'altitude), notamment dans les taillis ruinés des environs de Château-Chinon.

Sur les 75.600 hectares de forêts que comprend le Morvan, on compte 81 % de taillis sous futaie ou traités en vue de la conversion en futaie, 16,8 % de taillis *furetés* et seulement 2,8 % de futaies.

Les taillis furetés ne se trouvent que dans les départements de la Nièvre et de Saône-et-Loire. On sait que le *furetage*, qui n'est guère employé que dans les Pyrénées, dans le Morvan et sur quelques points de l'Auvergne et du Rouergue (plateau d'Aubrac), consiste à couper, tous les 8 ou 10 ans, les brins les plus gros dans chaque cépée, soit qu'on détermine le diamètre minimum des tiges à abattre, soit qu'on fixe leur proportion par rapport au nombre total des sujets existants dans une cépée. Ce mode de traitement est spécial aux taillis de hêtre, celui-ci rejetant mal de souche.

⁂

Le flottage des bois. — Le flottage des bois était jadis l'une des particularités les plus curieuses du Morvan. Il se pratiquait sur les petits cours d'eau des hauts bassins de l'Yonne et de la Cure, spécialement aménagés en vue de fournir, au moment favorable, des *éclusées*, c'est-à-dire afin de produire un courant assez fort pour entraîner les bûches provenant des exploitations, au moyen de retenues d'eau constituées par des étangs ou par de simples barrages.

Le *jet*, c'est-à-dire la mise en marche du flot, n'avait lieu qu'une fois par an, généralement en novembre; on obtenait de violentes chasses d'eau, en levant les vannes des étangs ou les pertuis des barrages, situés à l'amont. Des ouvriers surveillaient la descente des rondins; les uns, appelés les *poules d'eau*, armés de gaffes, rejetaient à l'eau ceux qui étaient arrêtés par un obstacle quelconque; d'autres, les *canardiers*, retiraient de l'eau, pendant l'été, les *canards*, c'est-à-dire les bûches entraînées par leur poids au fond de la rivière, et les mettaient sécher sur les bords pour ne les remettre à l'eau que l'année suivante.

Les bois amenés par le jet étaient retirés de l'eau, à leur arrivée à Chaumard (sur l'Yonne), et n'étaient remis à flotter qu'au printemps, au moment du *grand flot*. Ils mettaient 24 à 26 heures pour arriver à Clamecy où ils étaient arrêtés par un barrage en planches, maintenues par des pieux étresillonnés à l'aide de contre-fiches. C'était un spectacle fort curieux que de voir tous les bois amenés par le grand flot, entassés les uns sur les autres, transformant la rivière en un vaste chantier, sous lequel les eaux disparaissaient complètement.

Les rondins étaient alors retirés de l'eau, triés, suivant leur essence et la marque du propriétaire ou de l'exploitant, et empilés sur le bord de l'Yonne, perpendiculairement à son axe, sur une hauteur de 1 m. 50, 2 m. 40 ou 3 mètres. Lorsqu'ils étaient secs, on les assemblait de façon à former des *trains*, qui constituaient à la fois la matière à transporter et le véhicule servant au transport.

Chaque train, d'une longueur de 100 mètres, réunissait 25 décastères de bûches, reliées ensemble par des perches au moyen de fortes harts et maintenues sur l'eau par plusieurs barriques vides attachées aux bûches. Ces trains [1] étaient formés dans les ports de Clamecy et Coulanges, sur l'Yonne, et dans celui de Vermenton, sur la Cure, et expédiés sur Paris, où ils fournissaient un sérieux appoint pour le chauffage de la capitale; ils se doublaient à partir de Vaux, en amont d'Auxerre, et se triplaient à Montereau.

Depuis 1875, l'expédition des bois flottés ne se faisait plus par trains. On les entassait sur des péniches, de 30 ou 38 mètres de longueur, et de 5 mètres de largeur, contenant, les unes 34 décastères du poids de 170 tonnes, les autres 40 décastères pesant 200 tonnes.

On a longtemps attribué à Jean Rouvet, de Clamecy, l'invention du flottage à *bûches perdues* sur les cours d'eau du Morvan. Il semble que le mérite de l'invention revient à Guillaume Sallonyer, seigneur d'Argoulois et de Montsauche, qui a, le premier, fait flotter sur la Cure les bois exploités dans les forêts qui lui appartenaient et obtenu, en 1547, de Henri II des lettres patentes lui accordant le droit de construire sur les rivières des ports, pertuis, relais et écluses pour retenir les bois amenés par les eaux [2].

1. Il y en avait environ 400 par saison.

Les trains mettaient trois jours et demi pour faire le trajet d'Armes à Paris (326 kilomètres) ; en partant d'Armes à 8 heures du matin, on arrivait à Montereau le troisième jour à 11 heures du matin.

En 1840, la conduite d'un train de 18 à 20 décastères revenait à 20 francs le décastère, soit 360 à 400 francs, compris la constitution du train (chantiers, rouettes, perches, fers), la main-d'œuvre du *flotteur*, du *garnisseur*, de l'*approcheur*, du *conducteur* et de son compagnon, le voyage aller et retour, le paiement des droits qui étaient acquittés à Joigny (achats d'eau, traitements des agents des rivières, pourboires, etc.).

2. D'après J.-B. Thomas, les premiers essais de flottage auraient été faits sur la Cure, près de Cravant, en 1549 et 1566, à l'instigation d'un vigneron d'Accolay, René Arnould, bourgeois de Paris, aurait obtenu de Charles IX, en 1566,

Les règles principales relatives au flottage ont été édictées par l'ordonnance d'août 1669, titre XXIX; les règlements concernant la conduite des trains sont contenus dans l'ordonnance de 1672.

En 1796, on expédiait à Paris, sur l'Yonne, environ 43.000 décastères. Ce nombre s'est abaissé successivement à 26.940 en 1830, 9.173 en 1888, 2.800 en 1907, 900 en 1923. Sur la Cure, la quantité de bois flottés, qui était de 9.500 décastères en 1830, était réduite à 786 en 1923. En raison des frais de plus en plus élevés de la main-d'œuvre et du retard apporté pour le paiement des bois flottés à leur propriétaire, le flottage a cessé complètement en 1924[1].

*
**

Les crues de l'Yonne et de la Seine. — Lors des inondations qui ont désolé Paris en janvier 1910, on a attribué celles-ci aux crues de l'Yonne et aux défrichements qui auraient été opérés dans la partie du Morvan comprise dans le bassin de cette rivière. J'ai démontré ailleurs que les soi-disant défrichements n'étaient en réalité que des exploitations de coupes parfaitement légitimes, effectuées dans des bois particuliers[2].

Cependant il paraît intéressant de rechercher quelle est la part du Morvan, c'est-à-dire de l'Yonne et de ses affluents, dans les inondations de la Seine.

Les crues de la haute Seine et celles de l'Yonne sont indépendantes l'une de l'autre et présentent des modalités différentes.

Les crues de la haute Seine et de l'Aube, qui traversent des terrains perméables, qui coulent dans des vallées larges et plates, à faible relief et à profil longitudinal peu accentué, sont lentes, modérées et durent longtemps, celles de la Marne sont brutales et imprévues. Le Loing coule dans une région où le sol est imperméable; les bassins des rivières de la Brie (Grand Morin, Surmelin, Petit Morin) sont constitués par des terrains perméables, mais qui sont rapidement saturés.

L'Yonne et ses affluents reçoivent les eaux d'une région à relief accidenté où le sol est imperméable; les vallées sont profondes, leurs versants sont souvent abrupts, leurs talwegs présentent une forte inclinaison; les précipitations y sont plus abondantes que dans le reste du bassin de la Seine[1]. Les crues de l'Yonne sont par suite soudaines et durent peu[2], les flots de l'Armançon, de la Cure et du Serein précèdent généralement les hautes eaux de l'Yonne ou sont concomitants avec elles.

Les eaux du Loing et celles des rivières de la Brie, lorsqu'elles sont en crue, arrivent à Paris 36 heures après leur formation. Celles de l'Yonne franchissent en trois jours la distance de Joigny à Paris; le flot de la haute Seine met six à sept jours pour venir de Gommeville dans la capitale, celui de la Marne met huit jours pour venir de Saint-Dizier à Charenton.

Les crues exceptionnelles, qui ont causé à Paris les inondations désastreuses de 1658, 1740 et 1910, ont été produites par le synchronisme de l'arrivée à Paris des ondes de l'Yonne et de la Marne.

La crue du 28 janvier 1910 a été amenée par la superposition d'un flot secondaire de l'Yonne, le 26, à Montereau, au flot de la haute Seine, auxquels se sont ajoutées des ondes supplémentaires du Loing à Melun et du Grand Morin à Charenton.

Des pluies abondantes s'étaient produites dans le Morvan les 11, 12, 15 et 16 janvier et du 18 au 21 qui ont amené sur les points les plus élevés la fonte des neiges. D'autre part, la pluviosité avait été supérieure à la normale dans tout le bassin de Paris pendant huit mois[3] et, pendant ce laps de temps, une température relativement basse n'avait pas favorisé l'évaporation, les terrains perméables restaient saturés. En outre, la chute d'averses violentes et prolongées, du 18 au 20 janvier, dans les bassins de la haute Seine et de la Marne, du 19 au 20, dans le bassin du Loing, suivie d'une autre série de pluies, dans tout le bassin de la Seine, les 24 et 25 janvier, a donné une lame d'eau de 100 millimètres, soit deux fois la normale. Pendant cette période, l'Ource est entrée en crue un jour avant la Cure, l'Armançon un

des lettres patentes lui accordant le privilège du flottage sur l'Yonne et sur la Cure; Jean Rouvet n'aurait été que son facteur ou son commis.

1. Pour d'autres détails sur le flottage dans le Morvan, voir : Jean-Bazile Thomas : *Traité général de statistique, culture et exploitation des bois*, Paris, 1840; — Dr E. Bogros, *le Morvan*, *Château-Chinon*, 1883; *Revue des Eaux et Forêts*, novembre 1925.

2. Voir *Revue des Eaux et Forêts*, janvier 1925.

1. La moyenne générale de la hauteur de pluie sur l'ensemble du bassin de la Seine est de 696 millimètres. Elle est de 599 millimètres dans le bassin du Loing et de 573 dans le bassin de la Seine, entre Montereau et l'Oise.

2. La source de l'Yonne est à 726 mètres d'altitude; sa pente moyenne jusqu'à Clamecy atteint 5 m. 625 par kilomètre. Les crues de ses affluents sont soudaines et dangereuses. « L'Yonne à Montereau roule en temps ordinaire, et surtout en temps de crue, plus d'eau que la Seine » (Camena d'Almeida, *la France*, Paris, Armand Colin, 1906, p. 121).

3. La pluie recueillie de juin 1909 à janvier 1910 dans le bassin de Paris a atteint 547 millimètres, soit 38 °/o de plus que la normale (L. Daubrée, Directeur général des Eaux et Forêts, *Rapport à la Commission des inondations*, p. 513).

jour avant le Cousin, la Seine un jour avant l'Yonne [1].

La Seine a décru à Paris du 28 janvier au 10 février. Des averses reçues par le Morvan les 7, 8, 9 et 16 février, par le bassin du Loing le 7, et par les bassins de la haute Seine et de la Marne les 6, 7, 8 et 10 ont déterminé deux nouvelles crues de la Seine, peu importantes d'ailleurs, les 12 et 17 février. Le Grand Morin est entré de nouveau en crue du 7 au 16, l'Yonne et ses affluents, la Marne et l'Ornain ont grossi subitement le 7, enfin la haute Seine et le Loing le 8.

1. La Cure et l'Armançon sont entrés en crue le 16 janvier le Cousin le 17, l'Yonne et le Serein le 18. Dans les bassins de la haute Seine et du Loing, la crue se dessina sur l'Ource le 15, sur la Seine le 17, sur le Loing le 18.

Une seconde crue du Serein et de la Cure, le 24, détermina à Montereau une nouvelle montée de la Seine. La crue de la Marne se manifesta à Saint-Dizier le 18 janvier, en même temps que des crues de l'Ornain et du Grand Morin. Une onde supplémentaire de l'Ornain se produisit le 25, deux crues successives du Grand Morin le 18 et le 24. Une seconde crue de la Marne a eu lieu le 29, une troisième crue du Grand Morin le même jour (Nouaille-Pioch et Maillet : Rapport à la *Commission des inondations*).

La crue du 12 février à Paris est donc le fait de l'Yonne, tandis que celle du 17 a été la conséquence de la crue de la Marne.

Dans son rapport à la Commission des inondations, M. Daubée envisageait le reboisement de 10.000 hectares dans le bassin de l'Yonne et de 150.000 hectares, dans la Brie, comme susceptible de retenir pendant une période pluvieuse de dix jours un volume de 64 millions de mètres cubes.

Il semble que c'est surtout le reboisement des terrains improductifs dans le haut bassin de l'Yonne, lequel comprend environ 250.000 hectares de surfaces dépourvues de bois, ainsi qu'un traitement mieux entendu des peuplements forestiers existants, qui permettrait d'améliorer la situation. Les reboisements devraient porter non seulement sur les terrains archéens du Morvan, mais aussi sur les marnes de l'Auxois.

Paul Buffault,
Conservateur des Eaux et Forêts.

INFLUENCE DE L'AGE SUR LA PERSONNALITÉ SCIENTIFIQUE

LE LABORATOIRE DU PROFESSEUR HONORAIRE

C'est une chose grave de parler de recherche scientifique dans une Faculté qui, dans l'ordre protocolaire, est au degré le plus bas de l'échelle de notre enseignement supérieur.

Le souvenir des Maîtres puissants m'accable et la recherche scientifique m'apparaît immense dans toute la complexité des lieux et des temps, l'infinie variété de l'objet étudié et du tempérament du chercheur.

Ce n'est pas pour avoir été honoré de l'approbation de savants (français ou étrangers) que je dois compter sur celle de tous les chercheurs. En défendant le droit au Laboratoire du professeur honoraire, je heurte de front les coutumes qui régissent l'honorariat. Mais mon parti est pris, car je sais qu'il y aura dans tous les temps, dans tous les pays et dans tous les milieux des hommes faits pour s'incliner devant la coutume, même si elle est périmée. D'ailleurs je ne lie pas cet article à l'intérêt général et je ne fais pas de ma cause celle de la science.

J'aurai cependant à redouter les lumières de mes Lecteurs. Je me rassure en pensant à toutes les ressources que je trouverai en eux-mêmes. Lorsqu'il est possible de faire appel aux souvenirs, aux espérances, à l'esprit critique, au sens d'équité des Lecteurs, on n'a pas besoin de tout connaître, ni de penser à tout, les Lecteurs complètent votre pensée et cela d'autant plus que je n'écris pas pour instruire, mais pour faire réfléchir sur une cause qui me paraît juste.

Nous laisserons donc la microbiologie à sa place et le microbiologiste dans sa dépression; mais l'équité, l'intérêt de la recherche, voilà qui n'est pas au-dessous même du plus grand savant. Et un des Membres de l'Institut l'a bien prouvé en consacrant tout récemment le fascicule 58 de l'Atomistique à « *La Recherche scientifique* » (J. Perrin, 1933). D'ailleurs, je ne serais nullement effrayé par la perspective d'avoir raison là où des gens considérables auraient tort, car « *la position la plus* « *avantageuse au bon droit est d'avoir à se défendre* « *contre une partie intègre et éclairée juge en sa* « *propre cause* » (J.-J. Rousseau). A ce motif qui m'encourage, il s'en joint un autre qui me détermine : c'est qu'après avoir soutenu ce que je crois être la vérité, quel que soit mon succès, il est une récompense qui ne peut me manquer, je la trouverai dans mon cœur, car j'aurai servi la cause de mes devanciers et de mes anciens Maîtres : cause sacrée de pieuse reconnaissance.

Mon article est trop long, sans doute, par ce qu'il contient, mais il est certainement beaucoup trop court par la matière qu'il traite. Pour l'écrire, il faudrait la plume d'E. Picard et l'érudition prodigieuse de celui qui est un des plus profonds méditatifs qui aient jamais existé.

Mais n'ai-je pas dans ma correspondance le canevas de ce plaidoyer? Je n'en veux comme preuve que la lettre d'un autre Membre de l'Institut, savant illustre et singulièrement actif malgré ses 70 ans et de qui on pourrait dire : « *l'honneur est sa foi, la conscience sa morale et le devoir sa loi* », lorsqu'il écrit : « *La force d'originalité, l'invention, sont certainement fonction de la seconde jeunesse, parfois de la première, comme chez les mathématiciens et les ...poètes. Ces qualités s'éteignent, tout en laissant leur empreinte, lorsque les activités hormonales nous quittent. Il y a fort heureusement quelques exceptions à cette loi inéluctable et je suis persuadé que la pratique du laboratoire par les discussions qu'elle entraîne avec soi-même et avec ses pairs, les méditations raisonnées qu'elle impose, entretient cette faculté d'intuition qui est le privilège des vrais savants.* »

Il est impossible de commenter ces fortes pensées sans les affaiblir singulièrement. Tout au plus peut-on rappeler que certains travaux longs et pénibles s'accommodent mieux de « *la foi qui transporte les montagnes* ». Ce sentiment est souvent plus fort à l'aurore qu'au couchant de la vie scientifique du chercheur.

Il faut aussi songer à l'imagination charmante et indisciplinée de la jeunesse. L'hymne n'obéit qu'aux vents de l'inspiration. B. Pascal publia à 16 ans un court « *Essay sur les coniques* ». Michel Ange peignit son saint Jean à 17 ans. Galilée n'avait que 19 ans lorsqu'il nota l'isochronisme du pendule. A 22 ans, H. Davy découvrait les métaux alcalins. Robert Mayer, Carnot immortalisaient leur nom, le premier à 27 ans, le second à 28 ans, tandis que les noms glorieux de Rutherford et de Hertz s'attachent aux découvertes qu'ils firent respectivement à l'âge de 29 et 30 ans. Les noms de Galois et N.-H. Abel sont à jamais inscrits parmi les noms des mathématiciens célèbres, cependant, le premier fut blessé mortellement à 20 ans et le second mourut à 26 ans.

Par cette énumération, je paraîs être en complet accord avec Martin Fischer dont j'admire très sincèrement l'œuvre scientifique et philosophique si originale et si puissante. Cependant, il me semble

que l'illustre savant américain extrapole trop facilement lorsqu'il écrit : *la jeunesse, c'est l'âge de l'action..., de l'idéalisme..., de l'enthousiasme...*

Tout d'abord, pour trouver une douzaine[1] de noms célèbres, j'ai dû m'adresser à tous les domaines de la pensée alors que j'aurais aisément réuni une centaine de noms si je n'avais pas été limité par l'âge auquel l'auteur a fait sa découverte principale ou réalisé son chef-d'œuvre essentiel. Il y a plus, dans cette énumération, c'est en vain que l'on chercherait un biologiste. « *Avant de travailler à faire avancer la science* », le biologiste « *doit avoir emmagasiné un ensemble énorme de données concrètes... Aussi n'est-ce jamais avant un âge déjà avancé que les naturalistes les plus éminents ont produit leurs œuvres capitales, qu'on se rappelle les exemples de Lamarck, de Darwin, etc.* » (Giard).

Mais même dans les sciences rationnelles, on observe des faits analogues. Lorsque parut le « *Discours de la méthode* », Descartes avait 41 ans. C'est à l'âge de 45 ans que Newton publia la première édition de son immortel ouvrage « *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* ». La troisième loi de Kepler, la plus belle, lui avait demandé 25 ans d'effort; elle est énoncée dans les « *Harmonices mundi...* » (1619), Kepler avait alors 48 ans.

C'est en 1888 que Lagrange donna sa forme définitive à la « *Mécanique analytique* » le grand mathématicien était âgé de 70 ans. A 78 ans, la puissante intelligence de Laplace ne montrait aucun signe d'affaiblissement et « *ses derniers travaux ne le cèdent en rien à ceux de sa jeunesse* ».

Et que dire du Professeur Roger qui, à l'âge de 73 ans ne cesse de parcourir l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud pour « *répandre au dehors la médecine de notre pays... et remplir avec autorité la fonction où il est passé Maître d'ambassadeur de la science française à l'étranger* » (Ch. Achard, 1932).

La jeunesse n'a donc pas le privilège de l'intuition, de l'inspiration et de l'imagination, ni l'exclusivité de l'action. Quant à l'enthousiasme, je ne crois pas qu'il puisse être porté à un plus haut degré que chez l'auteur des lignes suivantes : « *Définir les conditions qui président à l'éclosion des maladies infectieuses, étudier patiemment pour les combattre et les maîtriser, les épidémies meurtrières qui déciment l'humanité, est-il une fin qui mérite davantage de solliciter cet* « enthousiasme scientifique » *que Pasteur demandait à ses adeptes?*

Et lorsque, à force de méditations et de travail, on est parvenu à sauvegarder, dans une mesure aussi faible qu'elle soit, des existences humaines, nulle joie intime n'est comparable à celle-là » (H. Vincent).

Il devient donc difficile de ne pas reconnaître que tous les hommes ne sont pas également enchaînés par les lois du temps et des sens. C'est à cette conclusion que je suis arrivé il y a six mois lorsque j'ai signalé les récents travaux d'Almquist et de Gartner, savants âgés respectivement de 81 ans et 85 ans. Depuis cette date (lettre du 12 juin 1933) M. le Professeur Gartner a attiré mon attention sur toute une série de travaux[1] ayant trait au pouvoir bactéricide de l'argent, question qui fut si magistralement étudiée autrefois par M. le Professeur Vincent.

En rappelant ici les travaux fondamentaux de l'illustre biologiste français, je ne sors pas de mon sujet, car l'activité prodigieuse de M. le Professeur Vincent ne s'est pas ralentie avec le temps et malgré ses 70 ans, ce savant conserve le même enthousiasme, la même foi dans la science. Les publications sur les cryptotoxines se succèdent inlassablement et cela en dépit des difficultés matérielles auxquelles se heurte le grand français. Le « *Professeur Vincent qui a passé dans les laboratoires sa magnifique existence, si utile et si bienfaisante dans sa fertilité, n'a pas de laboratoire qui lui soit affecté! Il poursuit ses travaux dans un très petit pavillon, prêté provisoirement par le Val-de-Grâce* »... « *Cette installation sommaire d'où sont sortis tant de travaux retentissants, on est étonné de constater combien elle est peu digne d'un savant de si haute envergure* »... « *qui honore à un si haut point le Collège de France et la France tout court* ».

C'est encore un « *bon serviteur de la science et de l'humanité* » qui écrit : « *J'ai lu votre article sur les vieux Maîtres et l'inactivité à laquelle on les condamne. Chose curieuse : je causais du même sujet il y a quelques semaines avec X... et nous sommes tous d'accord. Il faudrait trouver un système permettant, à ceux qui le désirent, de continuer leurs recherches... J'ai connu un professeur honoraire qui essaya de travailler dans son ancien laboratoire, son successeur lui avait laissé une pièce. Mais le garçon la veille à son service n'avait plus le temps de l'aider; les préparateurs ne le connaissaient plus; les élèves n'entouraient plus un homme qui ne participait ni aux examens ni aux concours. Au bout de quelques semaines, il*

1. Voltaire avait conçu une douzaine de livres à 25 ans et parmi les poètes et les musiciens, on trouverait facilement de jeunes prodiges.

1. *In* P. Maurel. Le Professeur H. Vincent : *Les Biographies médicales*, décembre 1932, n° 12, p. 205.

1. Dont il m'a adressé les références bibliographiques complètes.

prit une retraite définitive. Il faudrait donc que l'honoraire eût un garçon et un crédit... »

Quelle poignante histoire que celle de ce vieux Maître voué définitivement à l'inactivité ! Quel monument d'ingratitude ! Il sert à montrer combien les hommes sont injustes et combien ils varient dans leur jugement.

Nous ne nous plaindrons pas comme un courtisan de Néron de l'injustice de tous les siècles envers ceux qui ont fait « *fleurir les sciences et les arts* », car notre siècle n'est pas aussi ingrat que les précédents.

Si Lord Kelvin dut s'inscrire comme « *research student* », le droit du professeur honoraire est un fait admis dans différents pays. En Allemagne par exemple « *on met presque toujours un laboratoire à la disposition du professeur émérite. Ces laboratoires sont souvent utilisés durant des années* » (Gärtner, lettre du 12 juin 1933). En Suède, E. Almquist « *Professor emeritus* » a pu publier à l'âge de 73 ans un mémoire de 70 pages illustré de 52 figures. Mais en France ! nous nous heurtons à des difficultés financières et aussi disons le mot à l'esprit de chapelle.

Dans sa belle étude sur « *la recherche scientifique* », M. le Professeur J. Perrin nous rappelle le succès de la « *Journée Pasteur* »; j'aurais dû dire qu'il nous apprend, à nous travailleurs de province la « *sympathie générale* » qu'a rencontrée la campagne sur la « *misère des Laboratoires* ». Peu importe le succès de la journée Pasteur, c'est déjà le passé. Mais, pour le but que nous poursuivons, beaucoup plus important est le point suivant : « *M. Emile Borel a obtenu du Parlement que l'on consacrât pour la première fois de façon apparente, un budget régulier à la Recherche scientifique gagée sur la taxe d'apprentissage* » (J. Perrin). Ainsi définie, la taxe d'apprentissage paraît être la source de revenus tout indiquée pour subvenir aux besoins de la recherche scientifique effectuée par le Professeur honoraire.

Dans tout ce que j'ai écrit, je n'ai en vue que le professeur ayant fait œuvre de chercheur durant sa carrière. Sans demander que chaque membre de l'Enseignement supérieur soit soumis à l'épreuve de Roberval[1], il faut reconnaître que pour certains universitaires, il serait difficile d'espérer un laboratoire, il est du reste probable qu'ils n'en demanderaient pas l'octroi.

Victor Hugo a écrit quelque part : « *Il en est d'un grand homme comme du soleil. Il n'est jamais plus beau pour nous qu'au moment où nous le voyons près de la terre : à son lever ou à son coucher* ».

Nous venons de parler du « *professeur honoraire* », que l'on me permette de dire deux mots en faveur des jeunes chercheurs.

H. Le Chatelier, à qui nous devons une vision intense de la recherche scientifique écrit : « *On dit souvent qu'il est difficile de travailler dans les Universités de province, faute d'une ambiance convenable* ». (H. Le Chatelier, 1925, p. 190).

De cette phrase, je ne retiendrai que l'idée de « *difficulté* ». Les Universités de province se plaignent amèrement de la modicité de leurs crédits. Ces doléances ne sont que trop fondées si l'on s'en tient aux articles personnel et matériel; mais l'insuffisance des crédits n'apparaît pas aussi manifeste lorsqu'on jette un regard sur les somptueux immeubles qu'elles construisent journellement, édifices peut-être utiles à l'enseignement, mais certainement indifférents aux progrès de la science. Le colossal ne conduit pas nécessairement au grand (E. Picard). Les Universités de province ne souffriraient-elles pas plutôt de l'inégalité de traitement qu'elles appliquent à leurs différents chercheurs ?

N'y aurait-il pas la caste des Laboratoires nobles opposée comme par droit de naissance aux Laboratoires de « *seconde zone* » ?

Que l'on ne vienne pas dire « *que ces procédés retors ne nuisent qu'à la dignité de quelques-uns* ». J'ai vu décourager plus d'un jeune travailleur, éteindre plus d'un talent naissant, tuer plus d'un avenir lorsque le jeune chercheur n'avait que de la valeur, de la probité et la confiance que donne en soi un travail acharné. L'exemple de telles injustices est fréquent dans certaines Facultés. Longue est déjà la liste des victimes que j'ai vu succomber sous les coups conjugués des chapelles et des partis.

Les sociétés où domine la faveur ressemblent à ces vignes désolées où quelques ceps sont étouffés par les ronces. Je n'en dis pas assez, car bien souvent ce sont les ronces que l'on cultive et les plants utiles que l'on arrache et foule aux pieds. Pour les jeunes travailleurs probes et indépendants, j'écrirai le prochain article.

Ph. Lasseur,
Professeur à la Faculté de Pharmacie de Nancy.

1. La chaire de mathématiques était obligatoirement mise au concours tous les trois ans, ce qui n'empêcha pas Roberval d'être titulaire de la chaire jusqu'à sa mort.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Prévost (Georges). — **Tables de fonctions sphériques et de leurs intégrales.** — 1 *vol. de* XXXII-268 *pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris* 1933. *(Prix : broché,* 130 *fr.)*

Toute étude d'un phénomène appartenant à la Physique du globe aboutit finalement au tracé d'un ensemble de cartes synoptiques sur la surface sphérique du globe terrestre.

Le plus souvent, on est obligé de se contenter de cette représentation graphique lacunaire; cependant pour certains phénomènes on possède des éléments d'une théorie qui permettent, avec quelque succès, la transcription de ces cartes en un langage algé-algébrique.

On pense alors à employer un développement en polynômes de Legendre et de Laplace dont on possède des tables numériques étendues et des relations de récurrence simples. Alors se pose aux géophysiciens un problème délicat. Tirer de la carte un développement équivalent en polynômes de Legendre et de Laplace.: Si la fonction, représentée tant bien que mal par la carte, était connue sous forme algébrique on n'aurait qu'à effectuer les quadratures dans les formules de Laplace.

Il s'agit de tirer parti de ces formules pour calculer le mieux possible les coefficients de séries équivalentes à la carte, et c'est alors qu'apparaît l'utilité de la méthode de calcul par *compartiments équivalents*, applicable toutes les fois qu'on a à calculer les intégrales $\int$ F (x). X (x) dx portant sur un produit d'une même fonction F donnée avec précision par diverses fonctions X plus ou moins bien connues.

Mais on se heurte à une difficulté quand les fonctions F sont des fonctions sphériques de rangs plus en plus élevés. M. Prévost l'a surmontée, grâce à une remarque aussi simple qu'ingénieuse (chapitres I et II) : au voisinage des zéros de la fonction F on peut traiter évidemment comme compartiments de valeur pratiquement nulle, une bande qui empiète de manière pas trop inégale sur les deux domaines contigus de signes opposés. Il choisit ces bandes de manière à donner aux domaines conservés des valeurs commensurables n_1I, n_2I, n_3I, avec des nombres entiers n_1, n_2, n_3 pas trop grands.

Les explications générales sur la méthode des compartiments équivalents et la principale difficulté à laquelle elle se heurte et que présente la préface rédigée par M. Brillouin suffisent pour se préparer à la lecture du livre de M. Prévost et à l'usage des tables et des graphiques qu'il contient.

Ce volume de l'auteur est, on le voit, une contribution à l'étude du développement en série d'une fonction de deux variables indépendantes définie sur la surface d'une sphère. Mais c'est surtout le côté pratique du calcul des coefficients qu'il a en vue.

Ce que l'on trouvera d'abord dans l'ouvrage de M. Prévost est comme nous l'avons déjà dit, une modification à la méthode des compartiments pour la détermination des coefficients du développement en série, simplifiant à la fois les calculs très longs en général et aboutissant à une précision plus grande, et ensuite une solution purement graphique de la même question, donnant rapidement et avec assez d'approximation, les éléments cherchés.

Le problème proposé est donc résolu en principe dès le premier chapitre du présent travail. Le reste est consacré à des perfectionnements successifs apportés à la méthode, à la construction des tables numériques, et à des points importants de détail dans les applications.

L'ouvrage est divisé en deux parties : la première concernant les fonctions sphériques appliquées aux développements en série d'une fonction de deux variables, et terminée par trois notes : la première sur les fonctions sphériques; la deuxième sur l'interpolation parabolique; et la troisième sur les formules de quadrature et d'interpolation, la deuxième partie contenant des tables numériques et des formules.

Les recherches sont facilitées grâce à un répertoire analytique des noms d'auteurs et des questions traitées, et un index des tables et formules.

Il faut espérer que les géophysiciens sauront apprécier et tirer parti du travail si considérable et si conciencieux qu'a exécuté M. Prévost. On ne saurait trop admirer le dévouement et les soins qu'il y a apportés.

Ce volume qui a exigé plusieurs années de travail a désormais sa place sur la table de quiconque s'intéresse à la distribution géographique des phénomènes telluriques océaniques et atmosphériques. Il trouvera de même une utile application en astrophysique, dans l'étude de la galaxie, et dans les recherches d'astronomie stellaire, comme en général dans les diverses questions actuelles touchant à la constitution de l'Univers.

L'exécution typographique qui offrait de grandes difficultés pour une présentation correcte a été menée très heureusement à bonne fin par la maison Gauthier-Villars.

L. Potin.

***

Prévot (A.). — **Cours de géométrie cotée.** — 1 *vol. de* 302 *pages avec* 325 *figures. Librairie Vuibert, éditeur. Paris,* 1933. *(Prix. broché :* 30 *fr.).*

Cet ouvrage s'adresse aux candidats à l'Ecole spéciale militaire de Saint-Cyr.

Très malheureusement ce seront là sans doute les seuls lecteurs de cet ouvrage. En effet, la géo-

métrie cotée ne jouit plus guère chez nous d'une bien grande faveur, il faut le constater en formulant l'espoir que l'intérêt qu'elle présente soit enfin reconnu et qu'une place lui soit faite dans les programmes autres que ceux de Saint-Cyr. Quels serservices rendrait-elle par exemple dans les études de Travaux publics!

La géométrie cotée est envisagée ici comme une géométrie descriptive dans laquelle le choix convenable d'un plan vertical auxiliaire permet très souvent l'emploi d'un plan de bout. Le rôle du calcul se trouve ainsi très réduit, et la mesure des cotes dans le plan vertical auxiliaire est utilisée constamment.

L'ouvrage est divisé en quatre parties : Dans la première est développée l'étude des problèmes fondamentaux, puis les principes essentiels de la géométrie de Monge sur lesquels repose la méthode du plan de bout.

Un dernier chapitre introduit cette méthode.

La deuxième partie concerne les polyèdres convexes usuels et les questions d'intersections qui se présentent à leur sujet; le chapitre qui concerne les ombres répond aux nombreux problèmes posés au concours de Saint-Cyr.

La troisième partie contient l'étude élémentaire de la sphère et celle des sphères circonscrites et inscrites à un tétraèdre.

La quatrième partie est réservée à l'étude des surfaces coniques et cylindriques à directrices circulaires et à leurs sections planes. Le cas des surfaces de révolution est étudié avec quelques détails; la méthode de la sphère inscrite avec ses applications, au tracé des tangentes y est utilisée le plus souvent possible.

40 sujets d'épures dont beaucoup ont été proposées aux concours de Saint-Cyr, terminent l'ouvrage qu'il faut souhaiter voir dans les moins de tous les candidats et aussi des élèves de mathématiques spéciales qui reconnaîtront vite le charme de cette discipline particulière.

L. P.

*
**

Favard (J.). — **Leçons sur les fonctions presque périodiques.** — 1 *vol. de* 182 *pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Paris*, 1933. (*Prix, broché : 50 fr.*).

La théorie des fonctions presque périodiques créée par M. H. Bohr il y a une dizaine d'années, a connu une grande fortune : on peut dire qu'aujourd'hui elle est à peu près achevée dans ses lignes principales.

Après les travaux de MM. Weyl, de la Vallée Poussin, Bochner, on ne peut plus raisonnablement s'attendre à de nouvelles et importantes simplifications dans les démonstrations des résultats fondamentaux; un résultat de Besicovitch analogue au théorème de Riesz-Fischer met d'autre part, en un certain sens, un point final à la théorie des généralisations des fonctions presque périodiques.

Mais des champs d'applications sont ouverts à cette théorie : dans la théorie des nombres, certaines propriétés des séries de Dirichlet que l'on rencontre, sont des conséquences de la presque-périodicité; en dynamique les mouvements voisins d'un mouvement périodique stable sont, dans certains cas, limite-périodiques, ainsi que l'a montré M. Birkhoff; les dernières notes de M. Kryloff laissent prévoir des applications à la physique mathématique.

L'avenir étant sans doute, dans les applications de la théorie on ne peut que se féliciter d'en voir développer queelques-unes dans cet ouvrage; on y trouvera en particulier un chapitre presque entièrement consacré aux équations différentielles.

A la fin du volume il a été placé une courte bibliographie contenant la liste des livres ou mémoires essentiels.

L. P.

2° Sciences physiques.

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. — *Vol. XII*, — 1 *vol. in-8° de* 304 *pages, édité par Julius Springer, Berlin*, 1933. *(Prix : broché, 24 marks, relié*, 25,40*)*.

Comme le savent les lecteurs de la Revue, la Direction du journal *Die Naturwissenchaften* publie tous les ans un volume qui contient des articles de mise au point sur les questions scientifiques à l'ordre du jour. La rédaction de ces articles est confiée à des spécialistes compétents, et, comme les sujets choisis s'étendent à la plupart des sciences exactes, l'ensemble du volume donne une assez bonne idée des progrès scientifiques accomplis récemment dans de nombreux domaines.

Le volume de cette année ne contient que six articles; mais les sujets sont assez approfondis et d'un grand intérêt. L'astronomie physique est représentée par l'article de Kohlschötter sur les recherches spectroscopiques relatives aux parallaxes stellaires : on sait combien ce sujet a suscité de travaux et suggéré de progrès dans ces dernières années, et on sera reconnaissant à l'auteur d'en avoir réalisé la synthèse. Le second article dû à Tomaschek, traite des variations de la pesanteur au cours du temps. Grâce à des appareils récemment contraints et particulièrement sensibles, il est devenu possible de suivre l'évolution de la pesanteur dans le temps, tant en direction qu'en grandeur. La physique du globe peut en tirer d'importantes indications.

L'article de Freundlich sur l'orientation des molécules superficielles des corps traite une question que les *Conférences-Rapports* de Marcelin nous ont déjà fait connaître, mais qui se trouve développée ici dans des directions un peu différentes.

Guth et Mark étudient, de leur côté, la viscosité des solutions, en particulier celle des corps à masse moléculaire élevée : c'est là un très beau sujet de physique moléculaire, dont la théorie reste malheureusement bien compliquée.

Les deux derniers articles susciteront un intérêt

particulier, à cause de l'importance des questions étudiées : le para et l'orthohydrogène (Farkas) et la structure cristalline des silicates (Schiebold). Le premier est une mise au point complète d'une découverte née de la mécanique ondulatoire et qui lui apporte de belles vérifications. Le second complète un article paru sous le même titre dans le volume XI en 1932, et dont nous avions déjà signalé l'importance : l'analyse cristalline par les rayons X a complètement renouvelé nos idées sur la structure des silicates et l'ensemble des deux articles de Schiebold nous permet de nous renseigner complètement sur les résultats actuellement acquis.

Ainsi qu'on le voit, ce volume ne le cède pas en intérêt aux précédents, et il continue une tradition dont il serait intéressant de créer l'équivalent dans notre pays.

E. B.

***

Bloch (Léon). — **Précis d'électricité théorique.** — *1 vol. in-8° raisin de 478 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris* 1933. *(Prix : broché, 50 fr.).*

Ce livre a pour objet l'exposé théorique de l'électricité sous une forme qu'on a cherché à rendre aussi succincte que possible. L'auteur a fait porter son principal effort sur l'enchaînement logique des faits, des définitions et des principes. De parti pris, il a négligé toutes les applications expérimentales qui auraient surchargé outre mesure les développements. Le lecteur trouvera dans les ouvrages classiques tels que les *Traités* de Mascart et de Bouasse, l'analyse détaillée des lois de l'électromagnétisme avec leurs conséquences. Ici on s'est proposé simplement d'établir ces lois dans un ordre conforme aux vues de la physique moderne. La généralisation progressive des notions acquises en électrostatique et en magnétisme conduit jusqu'aux équations de l'électrodynamique des corps en mouvement.

Ces équations ont une importance fondamentale dans la science de nos jours. Elles sont le point de départ des spéculations les plus récentes sur la physique l'électron, sur la gravitation, et sur la mécanique elle-même. Ce sont elles qui suggèrent le premier modèle et qui donnent la première confirmation des théories de la relativité. Sans aborder ces questions, qui sortent du domaine propre de l'électromagnétisme, il a semblé utile de donner au public français une introduction à leur étude; le présent livre ne prétend pas à plus.

Afin de rester dans le domaine des notions élémentaires, on a exclu la dynamique proprement dite de l'électron; le lecteur trouvera grand profit à combler cette lacune en se reportant aux mémoires originaux.

L'auteur a jugé avantageux au point de vue de la brièveté, d'utiliser les notations et les formules les plus simples du calcul vectoriel. Souhaitons que le souci de la concision n'ait pas nui outre mesure à la clarté.

L. P.

***

Walker (H.), **Warren, Lewis** (L.) et (W. H.) **McAdans.** — **Principes de chimie industrielle.** — *1 vol. de* VI-762 *pages, avec* 195 *figures et* 1 *planche. Paris,* 1933, *Dunod, éditeur. (Prix : broché,* 188 *fr.).*

Le but de cet ouvrage est de rappeler aux lecteurs les principes scientifiques sur lesquels est basée la chimie industrielle et de mettre ensuite au point des méthodes permettant d'appliquer ces principes à la résolution des problèmes que pose la pratique.

Les auteurs ont choisi comme champ d'investigations les opérations qui sont communes à toutes les industries chimiques au lieu de se borner à étudier les détails des procédés spéciaux.

L'ouvrage peut être divisé en cinq parties principales : d'abord les principes de stœchiométrie sont examinés en faisant ressortir l'importance de la molécule-gramme comme unité dans les calculs;

ensuite, en raison de leur importance, les phénomènes qui accompagnent l'écoulement des fluides et la transmission de chaleur ainsi que les lois qui régissent ces processus sont étudiés en détail :

troisièmement les combustibles et la combustion raitonnelle sont traités assez amplement pour rendre claires les relations importantes qui entrent en jeu;

quatrièmement les opérations de concassage et de broyage; les méthodes mécaniques pour séparer les matières ainsi que la filtration sous ses différentes formes, sont décrites et analysées;

enfin les procédés basés sur la vaporisation sont traités en se reportant au point de vue commun des équilibres de la pression de vapeur. L'humidification, la déshumidification et la réfrigération par eau sont étudiées avec le séchage et ses différentes phases.

Les traducteurs ont opéré la transformation des unités anglaises en unités du système métrique et dans les rares cas où cette transformation n'aurait pu donner de valeurs pratiques, les unités anglaises ont été conservées, mais en mettant cependant en regard des coefficients destinés à permettre aux lecteurs d'apprécier l'ordre de grandeur.

Les auteurs ont communiqué le résultat de leurs études les plus récentes aux traducteurs, de façon que certaines parties des chapitres relatifs à l'écoulement des fluides et à la transmission de la chaleur ont été remaniées par rapport à la dernière édition américaine.

La traduction française présente par suite pour les lecteurs, tout l'intérêt d'un ouvrage mis au point suivant les derniers progrès de la technique.

La lecture de cet ouvrage engagera les ingénieurs à établir des appareils adaptés à chaque but particulier au lieu de les construire suivant les règles générales et de s'appuyer ensuite sur de nombreux essais suivis de transformations onéreuses pour obtenir un bon fonctionnement.

C'est dire que l'ouvrage rendra les plus grands services aux ingénieurs, aux chimistes, et aux constructeurs d'appareils.

G. Pineau.

⁂

Main (W.). — Les explosifs. — *1 vol. de 202 pages avec 53 figures. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Paris, 1933. (Prix, broché : 25 fr.).*

A côté des traités très développés destinés aux techniciens spécialisés dans la fabrication des explosifs, un ouvrage comme celui-ci nous paraît utile. Ainsi les techniciens des hautes disciplines pourront commodément se documenter succinctement sur la préparation, la composition, les propriétés des explosifs; l'auteur a, en effet, rassemblé dans ces pages tout ce qu'il importe de savoir sur cette industrie dont l'importance économique est appréciable en tout temps, et dont le développement est capital dans les périodes de guerre.

A ce titre il n'est personne qui ne soit intéressé tant soit peu, aux caractéristiques de la fabrication des explosifs et de leurs propriétés et il n'est personne non plus qui ne puisse satisfaire sa curiosité légitime en consultant le présent volume.

Naturellement il n'était possible de rédiger un pareil ouvrage sans employer le vocabulaire et les symboles de la chimie. On suppose donc le lecteur muni des connaissances chimiques élémentaires.

Après les définitions de l'explosif et un historique des explosifs à travers les âges, les chapitres qui suivent traitent successivement des explosifs pyroxydés, de la nitro-glycérine, de la dynamite, des explosifs, des explosifs chloratés.

Le dernier chapitre concerne les propriétés des explosifs et leurs applications. Une bibliographie et un index alphabétique achèvent l'ouvrage.

L. P.

3° Sciences naturelles.

Lettres de Victor Jacquemont à Jean de Charpentier (1822-1828),*avec une intro uction et des notes de* L. Bultingaire, *Bibliothécaire en chef du Muséum et des notes de* Pierre Maes. *Publications du Muséum National d'Histoire Naturelle. — 1 vol. in-8°,* XI-226 *p. avec portrait. Paris, Masson et Cie,* 1933. (*Prix :35 fr.*)

Encore une correspondance de Victor Jacquemont! Oui et c'est une grande faveur, car il n'est pas de plaisir plus délicat que de lire les lettres de Jacquemont. Dans cet émerveillement, on ne sait ce qui vous ravit le plus : l'esprit, la gentillesse, la sensibilité, la force, l'érudition, la science. On y trouve le reflet des milieux les plus intéressants de son temps : milieu scientifique et particulièrement le Muséum, milieux littéraire, musical, politique. Jacquemont est en relation avec les sommités scientifiques de l'époque et avec lui nous côtoyons, nous entendons des savants comme Arago, Brochant de Villier, Cordier, Al. Brongniart, Dufrenoy, Elie de Beaumont, de Charpentier, de Humboldt, de Candolle, Ramond, Comte, Jaubert, Touin, Cuvier, etc...; des écrivains, comme son ami Prosper Mérimée et Stendhal; des compositeurs, comme Rossini ou Meyerbeer. On devine qu'il brillait dans les salons autant qu'il séduisait ses maîtres du Muséum et, s'il passait ses journées à faire passionnément de l'histoire naturelle et de la médecine, il consacrait ses soirées à l'Opéra où le retenait sa grande amie, la célèbre cantatrice Mme Pasta.

Au moment où le prend la correspondance que nous avons en vue ici, Jacquemont avait vingt ans. Sa vie trépidante est une vibration continuelle au souffle de tout ce qui embellit la vie et sa correspondance en est le reflet chatoyant. Tout le monde a lu la *Correspondance de V. Jacquemont avec sa famille et plusieurs de ses amis pendant son voyage dans l'Inde* (1848-1832), parue en 1833, qui retrace les étapes mémorables de la Mission dans l'Inde dont le chargea le Muséum. Elle dura quatre ans, fut triomphale, éclatante. Jacquemont fut choyé par tous depuis le gouverneur général de l'Inde, lord Bentinck, qui le couvait, pourrait-on dire, d'une attention maternnelle, jusqu'aux souverains hindous, dont il avait peine à rompre les chaînes de sollicitude, cela à tel point que la vice-royauté du Cachemire lui fut offerte et que son refus en fit quelque chose comme un demi-dieu pour les indigènes de l'Inde. C'est que ce jeune homme charmeur, cultivé, sceptique, à l'âme délicate, n'avait rien d'un aventurier; il ne perdait pas de vue sa mission de géologue et de botaniste, qui se traduisit, on le sait, par la publication de la relation de son voyage — après sa mort — par les soins du ministre Guizot et du Muséum sous le titre : *Voyage dans les Indes*, 6 vol. gr. in-4°, 4 vol. de texte et 2 vol. de planches (290 pl. et 4 cartes). Hélas, comme sa mission s'achevait, V. Jacquemont fut emporté à 32 ans à Calcutta par une attaque de choléra.

Après la correspondance de l'Inde, qui eut de breuses éditions et constitua un des grands succès littéraires de l'époque, furent publiées : la *Correspondance inédite de V. Jacquemont avec sa famille et ses amis* (1824-1832) par Prosper Mérimée en 1867, une autre série de lettres de l'Inde, publiées en 1896, par M. Henri Osmont et tout récemment de nouvelles lettres inédites adressées à Stendhal, par M. Pierre une autre série de lettres de l'Inde, publiées en 1896, Maes. Enfin, en 1933, *Les lettres inédites de Jacquemont à V. de Charpentier* par MM. Bultingaire et Pierre Maes. On peut juger par le nombre et la diversité de ses correspondants de l'aptitude merveilleuse qu'il possédait à écrire.

La naissance de Jacquemont explique ses brillantes relations; son père, Wenceslas Jacquemont de Moreau, qui renonça à ses titres de noblesse au 4 août, devint haut fonctionnaire de l'Empire (Directeur de l'Enseignement); il fut cependant compromis dans la conspiration du général Mallet. Métaphysicien, il fit partie des « idéologues » avec son ami Destutt de Tracy et d'autres qui se réunissaient autour de Mme Helvetius Victor Jacquemont était cousin du vieux général de La Fayette chez qui il séjournait pendant les vacances; il lui dut d'être reçu avec toutes sortes d'égards et d'amitié en Amérique où il

fit un grand voyage avant de partir aux Indes, voyage dont la présente correspondance nous rapporte l'écho.

Mais il est temps d'arriver aux *Lettres de Victor Jacquemont à Jean de Charpentier* (1822-1828). Nous devons à MM. Bultingaire et Pierre Maes tous nos remerciements pour avoir si bien présenté ce recueil de lettres; la forme en est soignée; un portrait hors texte rappelle la physionomie fine, délicate, distinguée de ce jeune homme doué de tous les dons physiques et intellectuels. Dans une introduction fort intéressante, M. Bultingaire fait revivre la personnalité de Jean de Charpentier et retrace l'histoire de ses relations avec Jacquemont. Dégageant l'intérêt de cette correspondance, il conclut que « ces lettres apportent une contribution sérieuse à l'histoire de la science et à celle de la pensée vers la fin du premier tiers du XIXe siècle ». Les notes de M. Pierre Maes sont copieuses, érudites et sûres.

Et maintenant, si déplaisant que cela puisse paraître, nous devons parler quelque peu du rôle que nous avons joué; nous y tenons beaucoup, comme chacun tient un peu plus à son violon d'Ingres qu'à sa propre spécialité. Nous avons empêché que la présente correspondance inédite fut à jamais oubliée ou perdue. Voici en effet l'histoire du manuscrit. En 1919, nous étions nommé à la chaire de Botanique de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand; nous succédions au regretté Dubard, mort des suites de la guerre. M. Dubard, père, Inspecteur général des Colonies, avait fait don à la bibliothèque du laboratoire des livres de son fils. Or, M. le professeur Dubard était gendre du professeur Hamy, membre de l'Institut et professeur au Muséum, le savant anthropologiste bien connu — ce détail est nécessaire. De ces livres, ceux qui avaient pour objet la botanique retinrent d'abord notre attention; nous négligions une sorte de gros cahier analogue à ceux dont se servent les écoliers, lorsqu'un jour de flânerie, nous condescendîmes pourtant à ouvrir ce cahier, notes de cours sans doute. Une écriture fine et régulière courait le long des pages. La lecture de quelques lignes nous éclaira; il s'agissait de lettres, et quelles lettres! nous vîmes le nom du signataire : Jacquemont, du destinataire : de Charpentier. Charpentier, l'illustre géologue qui assit sur ses bases la théorie glaciaire; Jacquemont, le naturaliste, l'écrivain, l'explorateur des Indes. Nous recueillîmes bientôt la certitude qu'il s'agissait d'une correspondance inédite. Comment se trouvait-elle là? Jacquemont avait été l'enfant choyé du Muséum, M. Hamy fut une des sommités de cette Maison et, de plus, un curieux d'histoire des sciences (voir son Histoire du botaniste Dombey, etc...); il n'y avait pas de doute, c'est par M. Hamy que ce manuscrit se trouvait entre les mains — temporairement sans doute — de son gendre Dubard, lorsque la mort le surprit. M. Bultingaire a pu préciser ultérieurement et rapporter dans son « introduction », que le prof. Hamy possédait bien, en effet, les lettres authentiques dont le manuscrit en question n'est qu'une copie, probablement d'une main féminine. Sans beaucoup réfléchir, et tout à l'emballement de notre découverte, nous fîmes une communication à la Société des Amis de l'Université de Clermont, nous publiâmes une première étude : Notes biographiques sur Victor Jacquemont, sur son correspondant Jean de Charpentier, et nous donnâmes comme spécimen, si l'on peut dire, une de ces lettres les plus amusantes, lettre digne d'une anthologie — il en est bien d'autres d'ailleurs aussi curieuses dans ladite correspondance[1]. Cet opuscule arriva jusqu'au Muséum et nous reçumes un jour une lettre de la Direction qui, en termes catégoriques, nous priait d'avoir à restituer ce manuscrit. Un peu confus, nous nous rendîmes à Paris pour permettre entre les mains d'un de nos maîtres les plus vénérés, le précieux cahier. Qu'allait-il devenir? Les années passèrent — non sans mélancolie nous n'enregistrions que le silence. Après tout, Victor Jacquemont était souvent très irrévérencieux pour ses maîtres du Muséum, défaut de jeunesse, mais peut-être ne tenait-on pas à divulguer ses brocards. Nous nous trompions. Enfin, nous reçûmes des lettres de M. Pierre Maes — spécialisé dans les études relatives à Jacquemont — il désirait absolument connaître le manuscrit dont j'avais parlé. Je lui indiquai la filière. Il s'attela à la tâche avec une belle constance et fut heureusement guidé par M. Bultingaire, bibliothécaire en chef du Muséum. Ces Messieurs nous apprennent aujourd'hui que l'aspect extérieur de « cahier d'écolier » dudit manuscrit lui avait joué un mauvais tour et qu'il avait été par mégarde confondu avec des papiers hors d'usage et « relégué avec toute une paperasse inutile dans un cabinet de débarras ».

Ce manuscrit a donc par deux fois failli être perdu. C'est un rescapé, il nous est doublement cher.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

5° Géographie.

Vallaux (C.). — **Mers et Océans**. — 1 *vol. in-12 de* 100 *pages avec* 60 *planches en héliogravure. Rieder,* 1933 *(Prix : 20 fr.).*

Citons les sujets traités : sondeurs, thermomètres, mesureurs de courants, bouteilles à eau, les grands fonds du Pacifique, mouvement orbitaire de la houle simple, houle forcée, interférence de la houle sur les obstacles, circulation de surface, schéma explicatif des marées, raz de marée, la vie dans les mers, les grandes pêcheries; mais une énumération toute sèche comme celle-ci, ne peut donner qu'une idée incomplète de ce petit livre. D'une part, il a l'allure scientifique que son auteur a voulu, simple d'ailleurs, d'autre part, les sujets sont présentés sous une forme si attrayante que sa lecture est un repos.

J. B. M.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Octobre 1933.

Gabriel Bertrand et **Georges Brooks** : Sur le latex de l'arbre à laque du Cambodge. — **D. V. Jonesco** ; Généralisation d'une équation de M. E. Goursat. — **J. C. Vignaux** : Sur une généralisation de la sommation de M. Borel. — **J. Solomon** : Sur l'effet de conversion interne. — **Charles Dufraisse** et **René Chaux** : Sur le mécanisme du choc, ou cognement, dans les moteurs à combustion interne. — **E. O. Lovett** : Sur le problème des deux corps de masses variables. — **Michel Anastassiades** : Sur un nouveau redresseur à couche d'arrêt. — **Léon** et **Eugène Bloch** : Spectre d'étincelle du fer dans l'ultraviolet extrême. — Mlle **Y. Cauchois** et **Horia Hulubei** : Emission X caractéristique d'éléments à l'état gazeux. Raies faibles dans le spectre K du krypton. — **J. E. Verschaffelt** : Sur le déplacement de l'équilibre par variation de masse. — **F. Hammel** : Sur le sulfate manganeux. — **P. Rumpf** : Sur le titrage électrométrique des acides sulfureux sélénieux et x-oxyalcoylsulfoniques. — **R. Rambaud** : Action des PBr^3 sur les x-oxynitriles éthyléniques. — **Enderlin** : Recherches sur les oxydes organiques dissociables sur un deuxième isomère de l'oxytétraphénylrubène. — **V. Agafonoff** : Les sols rouges méditerranéens de France et leurs roches mères. — **Dughi** : La formation et le rôle des papilles scortéales chez les Lichens — **Alphonse Labbe** : Les Oncidiadès, mollusques à silice. — **Escher Desrivières, Robert Faillie, Jonnard** et **Vial** : Réactions psychomotrices visuelles en relation avec l'éblouissement par projecteur d'automobile. — **Emile F. Terroine** et Mlle **Germaine Boy** : Les caractères distinctifs de la défense azotée minima spécifique et du métabolisme protéique exogène. — Mlle **Gertrude Pariset** : La formation synthétique de la créatine aux dépens des protéines tissulaires. — Mlle **Anna Rajzmann** : Valeur biologique comparée des protéines chez les diverses animales. — **H. Trimbach** : L'aptitude des diverses animales à la cétonurie et l'ammoniurie. — **A. Policard** : Les matières minérales fixes des éléments séminaux au cours de la spermatogénèse. — **Michel Volkonsky** : Sur l'assimilation des sulfates par les Champignons euthiotrophie et parathiotrophie. — **H. Violle** : Du pouvoir bactéricide du ricinoléate de soude. — **André Sergent** : Un nouvel agent de transmission naturelle de la récurrente hispano-africaine : la tique du chien (*Rhipicephalus sanguineus*). — **J. Reenstierna** : Premiers résultats de traitement de la lèpre par un sérum expérimental.

Séance du 9 octobre 1933.

Ch. Maurain et **C. E. Brazier** : Sur le tremblement de terre du 3 octobre 1933. — **C. Camichel, L. Escande** et **P. Dupin** : Remarques sur certains phénomènes de contractions latérales dans les barrages. — **Lucien Daniel** : Sur les curieuses variations des descendants de l'*Helianthus Dangeardi* à la sixième génération. — **S. Iyanaga** : Sur un lemme d'arithmétique élémentaire dans la démonstration de la loi générale de réciprocité. — **P. J. Myrberg** : Sur une représentation nouvelle des fonctions automorphes. — **B. B. Hostinsky** : Sur une équation fonctionnelle qui se présente dans la théorie des équations linéaires aux dérivées partielles du type hyperbolique. — **A. D. Michal, A. H. Clifford** : Fonctions analytiques implicites dans des espaces vectoriels abstraits. — **J. Schreier** et **S. Ulam** : Sur le groupe des permutations de la suite des nombres naturels. — **V. Valcovici** : Sur l'équilibre d'un solide appuyé sur une surface élastique. — **A. Gay** : Mouvement plan du liquide parfait incompressible. — **Jacques Valensi** : Sur la mesure des vitesses instantanées en amont d'une hélice. — **P. Jolivet** : Génératrice électrostatique autoexcitatrice à charges résiduelles à polarité invariable ou non, à volonté. — **G. Grenet** : La théorie des poudres ferromagnétiques et la susceptibilité magnétique des roches. — **G. Foex** : la susceptibilité des solutions paramagnétiques. — **André Leaute** : Sur le vieillissement des revêtements à base de goudron. — **J. E. Verschaffelt** : La loi du déplacement de l'équilibre chimique. — **W. Graff** : Analyse thermique du système acide chlorhydrique-trichlorure de bore. — Mlle **Suzanne Veil** : Diffusions discontinues au sein de la gélatine. — **Henri Muraour** : Sur les causes de la disparition progressive de la diphénylamine dans les poudres colloïdales. — **G. Schuster** : Contribution à la recherche des falsifications du beurre de cacao. La détermination de l'indice d'acidité azélaïque. — **Fr. Hahn** : Sur une réaction très sensible de l'acide borique étudiée à propos d'un problème biochimique. — **A. Perret** et **R. Perrot** : Catalyse et transformation des cyanures alcalinoterreux en cyanamides. — **Jacques Maroger** et **George Mourier-Malouf** : Nouvelles remarques sur la reconstitution de la technique picturale de Jean van Eyck. — **R. Rambaud** : Etude des x-chlorures vinylacétiques. — **J. Hoch** : Méthode générale de préparation des di et triarylacétonitrites :

$$\begin{matrix} Ar \\ A'r \end{matrix} \rangle CH - CN \quad \text{et} \quad \begin{matrix} Ar \\ Ar' \\ Ar'' \end{matrix} \rangle C - CN$$

Georges Levy : Préparation d'un nouvel éthylnaphtol. — **J. Orcel** et Mlle **S. Caillere** : L'analyse thermique différentielle des argiles à montmorillonite (bentonites). — **F. Vles** et Mlle **M. Gex** : Sur une réaction physicochimique se modifiant d'après la connexion électrique avec le sol. — **A. Dauvillier** : Enregistrement photoélectrique continu des aurores polaires. — **Louis Besson** : Influence des fumées de Paris sur la transparence de l'air à la périphérie et dans les environs de la ville — **Paul Becquerel** : Croissance des Mousses dans une atmosphère qu'elles ont constituée. — **P. Martens** :

Origine et rôle des plissements superficiels sur l'épiderme des pétales floraux. — **Georges Truffaut** et **M. Lefouin** : De l'influence de la microflore du sol sur la végétation du blé. — **Auguste Chevalier** : Adanson mutationniste et évolutionniste. — **J. Costantin** : Remarques crit ques sur la Communication précédente. — **Georges Bourguignon** : Interprétation des sen ibilités thermique et douloureuse à l'aide des chronaxies sensitives cutanées normales et de leurs variations dans la syringomyélie. — **Henri Vignes** et **Max Levy** : Equilibre acide-base et grossesse. — **J. Basset** et **M. Macheboeuf**, **G. Sandor** : Etude sur les effets biologiques des ultra-pressions. — Action des pressions très élevées sur les protéides. — **G. Levaditi**, **G. Hornus**, **A. Vaisman** et **R. Schœn** : Présence du virus syphilitique dans l'ovaire des souris syphilisées par voie sous-cutanée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Principales communications du 3e trimestre 1933.

1° Sciences physiques. — M. **H. Rauscher** : *Compte des noyaux de condensation dans des enceintes fermées.* Les nombreuses mesures de l'auteur, effectuées avec un compteur de noyaux sur un vase cylindrique en laiton et d'autres récipients, l'ont conduit aux conclusions suivantes : 1° Le nombre des noyaux diminue très exactement avec le temps suivant une loi exponentielle $N = N_0 e^{-\lambda t}$. 2° La diminution est d'autant plus rapide que le vase est plus petit. 3° Si l'on produit un champ électrique dans le récipient, le nombre des noyaux diminue plus rapidement qu'en l'absence de champ. 4° Si l'on chauffe pendant un instant à 100° un point de la paroi en laiton de l'enceinte, l'air précédemment à peu près exempt de noyaux se remplit d'un nombre considérable de ceux-ci, à tel point qu'au bout de 10 h. il restait encore environ 13.000 noyaux par cm³. — Mlle **El. Matzner** : *La pulvérisation des atomes par émission de neutrons.* III. L'auteur a reconnu que les intensités relatives des effets produits sur divers éléments est à peu près la même, que l'excitation soit obtenue avec des neutrons détachés du beryllium par les particules α du polonium, ou avec le rayonnement secondaire excité dans le zinc par le radon de ses produits de dédoublement. Dans les deux cas, le nickel fournit le plus grand effet comme émetteur tertiaire. — M. **H. Haberlandt** : *Sur la coloration additive de la fluorine par la vapeur de calcium.* Des feuillets de clivage de la fluorine, chauffés fortement dans le vide avec de la vapeur de calcium, se colorent. L'examen microscopique des morceaux refroidis révèle une structure fibreuse de la coloration et une disposition en zones, en concordance frappante avec certaines colorations observées dans la nature. — MM. **E. Bentel** et **A. Kutzelnigg** : *Sur la sorption de la vapeur d'iode par les fibres végétales.* Les fibres végétales se distinguent individuellement par la quantité d'iode adsorbée, la vitesse de l'adsorption et la couleur des produits formés, à tel point que ces différences peuvent être utilisées analytiquement. On peut ainsi distinguer le coton, le lin et la ramie cotonisée. Les phénomènes de sorption dépendent fortement de l'humidité relative de l'air.

2° Sciences naturelles. — M. **M. Kofler** : *La variation diurne de la pression atmosphérique.* L'auteur émet l'hypothèse que la variation diurne complexe de la pression atmosphérique se compose de deux ondes simples se suivant dans le temps. L'onde matinale se montre en relation étroite avec l'augmentation diurne de température des couches inférieures. L'onde du soir est également indiquée dans la variation de température des couches inférieures, mais elle tire vraisemblablement son origine de la diminution diurne de température de l'atmosphère libre. Les deux ondes de pression ont des caractéristiques individuelles au point de vue de la longueur d'onde et de l'amplitude. — MM. **R. Allers** et **J. Brill** : *Sur le comportement du sucre sanguin du pigeon sous l'influence de poisons à action centrale.* La tétrahydro-β-naphtylamine produit, avec une diminution de température, une élévation de la teneur en sucre du sang. Parmi les narcotiques, l'amytal, la morphine, l'hydrate de chloral et l'uréthane provoquent de l'hyperglycémie, la paraldéhyde une hypoglycémie. Ces résultats montrent que les Oiseaux se comportent d'une façon différente des Mammifères. Les actions physiologiques des poisons semblent dépendre des points où ils attaquent le système nerveux central. — MM. **F. Grüter**, **A. Staheli** et **E. Steinach** : *Sur la lutte contre la stérilité des bœufs et des vaches par l'hormone sexuelle (progynone).* Les auteurs ont déjà montré antérieurement la possibilité de réactiver les glandes séminales et de faire disparaître la stérilité chez les animaux de ferme par implantation d'ovaire et de testicule. Ce procédé ayant une grande importance pratique en Zootechnie, les auteurs ont cherché à la portée de tous les vétérinaires en cherchant à obtenir le même résultat d'abord chez la vache au moyen *d'une seule injection* d'une hormone sexuelle femelle très active. Ils se sont adressés à la progynone, que Schöller est arrivé à préparer à l'état très concentré. Sur 46 animaux injectés, le résultat a été positif dans 44 cas; le temps de latence, c'est-à-dire celui qui s'est écoulé entre le moment de l'injection et celui où l'ovaire est redevenu actif, a été de 24 à 48 h. Des résultats analogues ont été obtenus sur des bœufs qu n'avaient jamais manifesté le phénomène du rut, bien qu'ils eussent dépassé l'âge normal. — MM. **E. Steinard** et **H. Kun** : *Sur l'éloignement des suites psychiques et somatiques de la castration par l'hormone sexuelle mâle (provirone).* Les auteurs ont constaté que, par injection de l'hormone sexuelle mâle (provirone), que l'on sait aujourd'hui retirer en grande quantité de l'urine de l'homme, on peut réactiver chez le rat mâle le complexe total des caractères sexuels secondaires somatiques et psychiques, en particulier l'érotisation. — M. **H. Kun** : *Féminisation et hermaphrodisation psychiques de mâles par l'hormone sexuelle femelle (progynone).* Les précédents travaux de Steinach ont déjà indiqué que les caractères sexuels secondaires somatiques et psychiques ne sont pas des phénomènes fixes et immuables, mais qu'ils peuvent être déterminés par les hormones formées par les gonades. L'auteur en donne un exemple en montrant qu'un phénomène psychique du rut chez les femelles de rat, la lordose de la colonne vertébrale, est produit artificiellement chez les mâles par injection de l'hormone sexuelle femelle.

L. Br.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 11-33